T H E S E S

présentées

A LA FACULTE DES SCIENCES DE
L 'UNIVERSITE DE PARIS

pour obtenir

Le Grade de Docteur Es-Sciences Appliquées

par

METAYER Gérard

-oo-

lère Thèse : "MODELES CYBERNETIQUES D'ENTREPRISE".

2ème Thèse : (propositions données par la Faculté)
"THEORIES DE L'ENTREPRISE"

soutenues le 28 Juin 1967 devant la Commission d'Examen

MM. FORTET - Président

VILLE, GUITTON } Examinateurs

-oo-

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546604_0104

Deuxième Thèse

Propositions données par la Faculté

"THEORIES DE L 'ENTREPRISE"

-o-

Vu et approuvé :

Paris, le 11 Juillet 1967

Le Doyen de la Faculté des Science

Marc ZAMANSKY

Vu

et Permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie
de Paris,

Jean ROCHE

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui, par leurs critiques, leurs conseils ou leurs contributions m'ont permis de réaliser cette étude.

Tout particulièrement :

Monsieur le Professeur J. VILLE

qui en a guidé l'orientation.

Messieurs les Professeurs FORTET
et GUITTON

qui m'ont honoré de leur participation au jury de cette thèse

Messieurs AUBERT
DE LA BARRE
DIQUELOU
FAUCONNIER
MIOT
SENTIS
SPIZZICHINO
URVOY

de la Compagnie Française d'Organisation, dont le soutien intellectuel et matériel a été déterminant.

Messieurs LAROCHE
BOVIS
THIERCELIN

de la Câblerie de Clichy, qui ont bien voulu contribuer à la bonne fin de cette étude par les nombreux entretiens qu'ils m'ont accordés.

Messieurs Pr. MOREAU
M. VILLE

du Centre de Calcul Scientifique de la Compagnie I.B.M. Franc dont les conseils m'ont été très précieux.

Madame G. GUYARD

qui a su mener à bien les tâches de secrétariat nécessaires à l'édition de cette thèse.

-o-

ETUDE DU MODELE CYBERNETIQUE
D' UN SYSTEME DE PRODUCTION-DISTRIBUTION.

-o-

S o m m a i r e

PRESENTATION DU MODELE CYBERNETIQUE D'UN SYSTEME DE PRODUCTION-DISTRIBUTION DE CABLES ELECTRIQUES. 1

1.- Description du système de production - Distribution de la câblerie de Clichy 3

1.1.- Les produits 4

1.2.- Le Marché 14

1.3.- Schéma du réseau de distribution 18

1.4.- Détermination des programmes de fabrication 28

1.5.- Contrôle de la production 40

1.6.- Approvisionnement en cuivre 53

2.- Description du modèle 56

2.1.- Dynamo 57

2.2.- Le modèle de la Câblerie de Clichy 78

2.3.- Résumé de la description du modèle 132

3.- Résultats 136

4.- Conclusions 150

.°.

PRESENTATION DU MODELE CYBERNETIQUE D'UN SYSTEME DE PRODUCTION - DISTRIBUTION de CABLES ELECTRIQUES.

Cette étude présente une réalisation originale de modèle cybernétique dans l'industrie des câbles électriques. Son objet principal est de décrire, à propos d'un cas concret, l'application d'une des méthodes et des techniques qui ont été récemment développées grâce à l'utilisation des ordinateurs. Cette préoccupation méthodologique n'exclue cependant pas qu'unefraction importante de l'exposé soit consacrée aux conclusions d'ordre économique et organisationnel auxquelles la construction et l'exploitation de ce modèle ont permis d'aboutir.

Le choix de l'industrie des câbles électriques pour cette démonstration a répondu aux motifs suivants :

- le caractère spéculatif du marché de la matière première principale, le cuivre (qui constitue en moyenne la moitié du prix de revient du produit fini) permet d'introduire en amont du système étudié une variable exogène intéressante.

- L'intégration des unités de production (qui peuvent incorporer la totalité des postes de fabrication en conduisant au produit fini à partir du cuivre en wire-bar) se prête bien à la modélisation du processus de fabrication à partir de deux variables seulement : matière première (cuivre) et produit fini (câble électrique).

- La possibilité de décrire la totalité des produits finis par un nombre restreint de paramètres économiques (poids de cuivre) autorise l' agrégation de leur gamme en une variable unique, fonction de ces paramètres.

- l'existence d'un réseau de distribution à plusieurs niveaux (magasin central, dépôts régionaux, dépôts de vente) implique des phénomènes d'amplification et de déphasage justiciables d'une étude cybernétique.

- la nature du marché des câbles électriques (fortement concurrentiel pour certaines catégories et essentiellement industriel) permet d'introduire en aval du système étudié, une variable exogène intéressante.

- enfin, l'opportunité offerte par la Direction de la Câblerie de Clichy d'effectuer dans cette entreprise les analyses nécessaires à la construction d'un modèle a constitué un argument décisif.

1.- DESCRIPTION DU SYSTEME DE PRODUCTION - DISTRIBUTION DE LA CABLERIE DE CLICHY.

La câblerie de Clichy produit annuellement plus de 25.000 tonnes de câbles, couvrant une gamme très étendue de conducteurs :

- conducteurs sous polythène, polyamides et autres isolants synthétiques ;
- câbles isolés au papier imprégné pour basse et moyenne tension ;
- câbles à haute tension sous pression d'huile ou de gaz ;
- câbles de signalisation et de télécommande ;
- câbles téléphoniques à longue distance ;
- câbles de télévision ;
- conducteurs blindés incombustibles "Pyrotenax" ;
- conducteurs chauffants, couples thermo-électriques, conducteurs homogènes et câbles de compensation "Pyrotenax".

Implantée à Clichy, au bord de la Seine, son usine comprend, outre les ateliers d'isolation, un laminoir et une tréfilerie et emploie plus de 1.200 ouvriers, techniciens et ingénieurs.

1.1.- Les Produits

Les produits fabriqués par la Câblerie de Clichy peuvent se répartir, suivant leur utilisation, en cinq grandes catégories :

- les "canalisations électriques", câbles porteurs d'énergie électrique à basse ou moyenne tension d'une part, à haute tension d'autre part ;
- les câbles de communication destinés aux installations de signalisation et de télécommande ;
- les câbles destinés à l'équipement des véhicules ;
- les câbles de télécommunication ;
- enfin, les conducteurs chauffants et les thermocouples.

A.- Les Canalisations électriques.

Une canalisation est définie par l'Afnor comme "un ensemble constitué par un ou plusieurs conducteurs électriques et les éléments assurant leur fixation, leur raccordement et leur protection mécanique, si elle existe" (norme française C 15 - 100 - 003).

Une canalisation comporte ainsi :

a.- un conducteur actif, normalement affecté à la transmission de l'énergie électrique.

b.- une isolation fonctionnelle, assurant la protection contre les contacts directs des conducteurs.

c.- une isolation supplémentaire de protection destinée à assurer la protection contre les contacts indirects en cas de défaut de l'isolation fonctionnelle.

Les conducteurs sont définis par des caractéristiques :

- mécaniques (âmes massives ou cablées, rigides ou souples ;

- chimiques (cuivre ou aluminium) ;

- morphologiques (âmes circulaires ou sectorales, normales ou rétreint) ;

leur technologie est pratiquement stabilisée depuis plusieurs années.

Les isolants sont définis par des caractéristiques différentes suivant la valeur des tensions à transporter :

- l'isolant des câbles à "basse" et "moyenne tensions" c'est-à-dire, en courant alternatif, respectivement inférieures à 430 et 1100 V) est choisi essentiellement pour ses qualités mécaniques et thermiques.

- dans les câbles à "haute tension" ($>$ 1100 V), l'isolant doit avoir une rigidité diélectrique d'autant plus grande que la tension est élevée.

Par ailleurs, il requiert d'autres qualités comme :

. un angle de pertes diélectriques faible ;

. une grande résistance aux ondes de choc ;

. une bonne résistance à l'ozone.

La rigidité diélectrique théorique des isolants ne permet pas d'en établir un classement valable, qui placerait par exemple le polyéthylène (limité actuellement à la tension spécifiée de 36 KV). En effet, il faut compter avec les conditions de mise en oeuvre : difficulté d'extruder un isolant de forte épaisseur sans occlusion d'air, difficulté du contact avec l'âme conductrice,etc.

C'est dans le domaine des isolants que l'évolution technologique est actuellement la plus rapide : c'est ainsi, par exemple, que les isolants du type butylenéoprène encore très utilisés il y a quelques années à cause de leur possibilité de vulcanisation ont pu être largement remplacés par des isolants à base de polyéthylène grâce à la découverte des procédés de réticulation qui en modifient la structure des chaînes moléculaires.

Enfin, l'évolution technologique est également rapide dans le domaine des gaines d'assemblage et de protection des conducteurs isolés. La gaine d'assemblage peut épouser la forme de la torsade des conducteurs (gaine formant bourrage) ou revêtir le faisceau rendu cylindrique par des bourrages (gaine formant tube) :

- les métaux (cuivre, aluminium, plomb) sont formés en tube continu, sur les câbles, par filage à chaud, rétreint à froid, ou par soudure ;

- les plastomères (polychlorure de vinyle, polyéthylène) sont le plus souvent extrudés en tube à la boudineuse ;

- les élastomères (polychloroprène, hypalon, caoutchouc nitrile acrylique) se prêtent plus facilement à l'extrusion en bourrage.

Mais, il ne faut voir là qu'une orientation générale, la frontière entre plastomères et élastomères étant de plus en plus difficile à définir depuis qu'élastomères et plastomères sont combinés dans certains mélanges (caoutchouc nitrile acrylique et polychlorure de vinyle par exemple) et que certains traitements par la chaleur ou les radiations donnent des propriétés élastiques à certaines matières thermoplastiques (polyéthylène réticulé par exemple).

Le tableau ci-après donne la liste des combinaisons gaine-isolant standardisé par la Chambre Syndicale de la Sidérurgie :

Gaine

Isolant	V	N	AC	H	P	A
V	HT BT					BT
E	HT BT					
B	HT BT souples	HT BT souples	HT BT souples			
R	BT	BT	BT			BT
N		BT souples				
AC			BT souples			
J					BT HT	
Y	BT HT	BT HT		BT HT		

V = polychlorure de vinyle
E = polyéthylène
B = caoutchouc de butyle
R = polyéthylène réticulé
N = polychloropirène
AC = mélange nitrile acrylique
J = papier imprégné
Y = éthylène propylène
H = polyéthylène chlorosulfoné
P = plomb
A = aluminium

	Souplesse	Tension nominale	Nombre de conducteurs	Champ	SECTIONS (mm²) 1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
					R C m c	R C m c	R C m c	R C m c	R C m c	R C m c	R C m c	R S C A C A	R S C A C A	R S C A C A	R S C A C A	R S C A C A	R S C A C A	R S C A C A	R S C A C A	R S C A C A
MOYENNE TENSION BASSE T.	rigides et souples	250	2,3,...	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigides et souples	500	2,3,...	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	1000	1		● ●	● ●	● ●	● 3	● 3	● 3	● 3	● ● ● ●	3 ● ● ●	● ● ● ●	3 3 ● ●	● ● ● ●	3 3 ● ●	● ● ● ●	3 3 ● ●	● 3 ● ●
	rigide	1000	2	CI	● ●	● ●	● ●	● 3	● 3	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	1000	3	CI	● ●	● ●	● ●	● 3	● 3	● 3	● ●	● ● ● ●	3 ● ● ●	● ● ● ●	1 1 2 2	● ● ● ●	1 1 2 2	● ● ● ●	1 1 2 2	● 1 ● 2
	rigide	1000	4	CI	● ●	● ●	● ●	● 3	● 3	● 3	● 3	● ● ● ●	3 ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	1000	3 + N	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	1 1 2 2	● ● ● ●	1 1 2 2	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	souple	1000	1		● ●	● ●	● ●	● 7	● 7	● 7	● 7	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	souple	1000	2	CI	● ●	● ●	● 7	● 7	● 7	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	souple	1000	3	CI	● ●	● ●	● 7	● 7	● 7	● 7	● 7	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	souple	1000	4	CI	● ●	● ●	● 7	● 7	● 7	● 7	● 7	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	souple	1000	3 + 3	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	7 ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
HAUTE TENSION	rigide	3200	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	4 ● ● ●	● ● ● ●	4 4 ● ●	● ● ● ●	4 4 ● ●	● 4 ● ●
	rigide	3200	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	3200	3	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● 4	● ● ● ●	4 ● ● ●	● ● ● ●	● ● 4 4	● ● ● ●	● ● 4 4	● ● ● ●	● ● 4 4	● ● ● ●
	rigide	5500	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	5500	3	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● 4	● ● ● ●	4 ● ● ●	● ● ● ●	● ● 4 4	● ● ● ●	● ● 4 4	● ● ● ●	● ● 4 4	● ● ● ●
	rigide	5800	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	4 ● ● ●	● ● ● ●	4 4 ● ●	● ● ● ●	4 4 ● ●	● 4 ● ●
	rigide	5800	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● 4	● ● ● ●	4 ● ● ●	● ● ● ●	4 ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	8700	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	8700	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	10000	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	10000	3	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	11600	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	5 ● ● ●	● ● ● ●	5 5 ● ●	● ● ● ●	5 5 ● ●	● 5 ● ●
	rigide	11600	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● 6	● ● ● ●	6 ● ● ●	● ● ● ●	6 6 ● ●	● ● ● ●	8 8 ● ●	● ● ● ●	8 8 ● ●	● ● ● ●
	rigide	15000	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	5 ● ● ●	● ● ● ●	5 5 ● ●	● ● ● ●	5 5 ● ●	● 5 ● ●
	rigide	15000	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	6 ● ● ●	● ● ● ●	6 6 ● ●	● ● ● ●	8 8 ● ●	● ● ● ●	8 8 ● ●	● ● ● ●
	rigide	15000	3	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	17500	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	17500	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	20000	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	5 ● ● ●	● ● ● ●	5 5 ● ●	● ● ● ●	5 5 ● ●	● 5 ● ●
	rigide	20000	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	6 6 ● ●	● ● ● ●	8 8 ● ●	● ● ● ●	8 8 ● ●	● ● ● ●
	rigide	20000	3	CI	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	22500	1	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	rigide	22500	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●
	souple	3200	3	CR	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ● ●	● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ●

1. - Polyéthylène réticulé
2. - Polychlorure de vinyle
3. - Polyéthylène réticulé ou polychlorure de vinyle
4. - Polychlorure de vinyle ou caoutchouc de butyle
5. - Polychlorure de vinyle, polyéthylène ou caoutchouc de butyle

âme
R ronde
S sectorale
C en cuivre
CI ceinture isolante

A en aluminium
M massive
C câblée
CR champ radial

6. - Polychlorure de vinyle, polyéthylène, caoutchouc de butyle ou papier imprégné
● non standardisé
standardisé
7. - Polychloroprène, mélange nitryle-acrilique ou caoutchouc de butyle
8. - Papier imprégné

Par ailleurs, 25 modèles d'âmes et tensions spécifiés sont standardisés, et conduisent à la gamme de câbles standardisés décrite sur le tableau ci-dessus. Des accords de rationalisation ont été conclus pour la fabrication de la plupart de ces câbles entre différentes câbleries, et ils seront également désignés dans la suite de l'exposé par l'expression "câbles rationalisés".

B.- Les câbles de communication

Par opposition aux canalisations d'énergie dont le seul rôle est d'apporter les kilowatts au point d'utilisation les fils et câbles de communication ont des fonctions diverses, toutes contribuant à la diffusion des messages et des ordres nécessaires à la bonne marche d'un ensemble.

Leur mode de construction est peu différent de celui des câbles d'énergie dont ils sont souvent le prolongement avec un nombre de conducteurs plus élevé.

C.- Les câbles d'équipement de véhicule

sont des câbles d'énergie ou de communication présentant des caractéristiques exceptionnelles de fiabilité dans des conditions d'emploi sévères :

- vibrations, abrasion (frottement sur les parois) ;
- températures ambiantes élevées, échauffements importants dûs à la concentration des câblages ;
- action physico-chimique des liquides de bord ;
- proximité de courants et de fréquences très différentes nécessitant la séparation des éléments par faisceaux ou câbles blindés.

D.- Les câbles de télécommunication

La particularité essentielle des câbles de télécommunication est qu'ils doivent transmettre simultanément sur plusieurs circuits ou sur plusieurs voies des ondes électriques de forme complexe.

Ces ondes que l'on peut considérer comme la somme de nombreuses ondes élémentaires de fréquence constante doivent être transmises sans déformation dans les circuits.

Les ondes simples se propagent à des vitesses différentes suivant leur fréquence et subissent aussi des affaiblissements différents : une onde complexe est donc naturellement déformée quand elle traverse un circuit quelconque. On démontre toutefois que la forme de l'onde est identique à l'entrée et à la sortie d'une ligne de transmission dont les caractéristiques (appelées constantes primaires de la ligne) sont liées par la relation :

$$CR = LG$$

C = capacité en Farad

R = résistance linéique en ohms

L = self-induction en Henry

G = perditance en mhos

Le procédé classique permettant de régler et de stabiliser les caractéristiques des circuits de transmission a été mis au point par PUPIN avant 1900, et consiste à modifier l'inductance d'une ligne en plaçant des bobines d'induction en séries à des intervalles déterminés.

Au cours des 30 dernières années, les besoins de bandes de fréquences de plus en plus larges pour l'exploitation des lignes en courants porteurs, la transmission des images de télévision, et, tout récemment, la télétransmission d'informations numériques entre ordinateurs et terminaux, ont conduit à des spécifications de câbles à paires et quartes symétriques à tolérances de caractéristiques très serrées, et aux câbles coaxiaux ou mixtes, comportant des circuits coaxiaux associés à des quartes et utilisant le système à courants porteurs.

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques des quatre catégories de câbles que nous venons de voir :

	Section des conducteurs mm2	Nombre de conducteurs	Ordre de grandeur des fréquences HZ	Ordre de grandeur des distances Km
Energie BT MT	1 à 1000	1 à 5	50	< 1
Energie HT	10 à 500	3	50	< 100
Communications	0,5 à 10	2 à 100	50 à 1000	< 5
Téléphonie privée	0,2 à 0,3	2 à 100	300 à 4000	< 5
Téléphonie publique	0,1 à 1,3	2 à 2000	30 à 50.000	< 400
Télécommunic.	0,6 à 1,3	25 à 3000	30 à 500.000	toutes dist.
Grande dist.	câbles coaxiaux		30 à 15.000.000	

E. - Conducteurs chauffants, thermocouples.

Il s'agit d'applications particulières de câbles Pyrotenax constitués de conducteurs enrobés d'un isolant minéral (magnésie) et gainés de cuivre, éventuellement protégés par polychlorure de vinyle.

Ce type de câble est obtenu par étirage d'une ébauche ayant jusqu'à dix fois le diamètre du produit fini. Il est caractérisé par une résistance exceptionnelle aux températures élevées (jusque 1000°) et aux contraintes mécaniques (pliage, pression, vibrations,...).

1.2.- Le marché

Le tableau ci-après montre, pour les principales catégories de produit, le marché détenu par la câblerie de Clichy et la part correspondante de son chiffre d'affaires.

	Pourcentages	
	du marché	du chif. d'af.
Câbles HT	30	30
Câbles rationalisés	4	25
Câbles de communication et de réseau	5	10
Câbles longue distance	22	25
Pyrotenax	100	10

Les câbles électriques destinés aux installation courantes (industrielles ou domestiques) sont fabriqués en serie, sur programmes et sont distribués aux utilisateurs par un réseau de dépositaires qui les vendent sur stock. Le nombre de types différents de câbles qui font l'objet de ce mode de production-distribution est relativement élevé (le tarif de la Câblerie de Clichy comporte plus de 500 modèles différant par la section et le nombre des conducteurs, le genre de l'isolant, etc...).

Aussi,afin d'en améliorer les conditions de production et de distribution, un certain nombre de câbleries ont elles été conduites à signer entre elles des accords de rationalisations destinés à définir une répartition des fabrications entre leurs différentes usines, et de la distribution entre leurs dépôts.

La Câblerie de Clichy adhérait à trois types d'accords (1)

- des accords de rationalisation des fabrications, fixant une grille et des quanta de répartition ;

- un pool de distribution dans lequel chaque câblerie adhérente distribue dans ses dépôts, l'ensemble de la gamme de production des câbleries du pool ;

- un magasin central commun à trois câbleries, qui entrepose leur production et approvisionne auprès des autres câbleries les modèles ne figurant pas dans la gamme des câbleries co-propriétaires de ce magasin.

Le tableau résumant ces accords est le suivant :

Câblerie	Magasin Central (SODEDICA)	Pool de distribution	Rationalisation des fabrications
Câblerie de Clichy	×	×	×
Geoffroy Delore	×	×	×
Thomson Houston	×		×
Tréfimétaux		×	×
Jeumont			×
Câbles de Lyon		×	×
Cie des Signaux			×

(1) Depuis 1965, date de l'analyse exposée ci-dessus, les deux premiers accords ont été dénoncés : l'étude des résultats de l'exploitation du modèle permettra de dégager quelques unes des raisons de ces décisions.

Comme nous l'avons vu, la Câblerie de Clichy détient environ 4 % du marché des câbles rationalisés, qui représentent 25 % de son chiffre d'affaires. Ce marché est en expansion et soumis à une concurrence très rude, due en particulier à la présence de câbleries à faibles frais fixes, qui n'adhèrent pas aux accords de rationalisation et "cassent les prix".

Les problèmes liés à la production et à la distribution des câbles de séries (prévision des investissements, abaissement des coûts) dont par ailleurs aggravés par le caractère spéculatif du marché de la matière première principale, le cuivre.

C'est précisément sur ces câbles rationalisés que porte le modèle que nous décrirons au chapitre suivant : ils posent en effet à la Câblerie de Clichy un problème très particulier, dû :

. aux caractéristiques propres de leur marché ;

. à la faible part de ce marché détenue par la Câblerie de Clichy (notablement inférieure à la part de certaines petites câbleries spécialisées dans la production de ces câbles de série, qui peut atteindre 10 %) ;

. aux conditions de leur production, très différente de celles des autres câbles (fabrication sur programme et non pas à la demande) ;

. au procédé d'imputation des frais de structures qui, nous en discuterons, grève artificiellement leur prix de revient par rapport à celui des câbles spéciaux.

Ces câbles d'utilisation courante peuvent être rangés en deux grandes catégories :

- les câbles industriels, pour lesquels le marché est relativement moins tendu (taux de remise variant entre 25 et 30 % sur les prix tarifs) ;

- les câbles domestiques, pour lesquels les remises peuvent atteindre 45 %.

La demande est relativement stable pour les câbles de faible section (essentiellement domestiques).

Elle est plus fluctuante pour les câbles de section plus élevée, avec des pointes saisonnières correspondant aux constitutions de stocks par les utilisateurs avant la période des vacances.

Dans les deux cas, ces câbles sont toujours achetés sur stock, et la présence sur le territoire de nombreux points de distribution appartenant à des câbleries concurrentes peut déplacer les ventes d'une câblerie à l'autre en fonction des disponibilités en stock : des écarts de délai de livraison entre câbleries sont le facteur déterminant, dans la "motivation d'achat" des utilisateurs vis-à-vis de produits par ailleurs normalisés et parfaitement identiques chez les différents fournisseurs.

.1.3.- Schéma du réseau de distribution

La gamme de production des entreprises rationalisées est distribuée aux utilisateurs par l'intermédiaire d'un réseau de dépôts. Pour les câbleries adhérentes au pool de distribution, ces dépôts, tout en conservant l'individualité de l'entreprise à laquelle ils appartiennent, distribuaient, sous sa marque, l'ensemble de la gamme de modèles, qu'ils soient fabriqués ou non par la Câblerie propriétaire

C'est ainsi qu'un dépôt de la S.A.C.M. distribuait aussi bien les câbles fabriqués à la Câblerie de Clichy que ceux provenant de Geoffroy Delore.

Par ailleurs, les trois câbleries co-propriétaires de la SODEDICA ont une politique de dépôts commune, quant à la gestion des stocks et au réseau de distribution. Pour ces trois câbleries, la distribution est ainsi assurée par :

- le magasin central de la SODEDICA, qui approvisionne l'ensemble des câbles distribués ;

- des dépôts dits trimestriels, parce que leur stock doit représenter en principe trois mois de consommation. Deux de ces dépôts (Orléans et Nantes) appartiennent à la S.A.C.M. ;

- des dépôts dits communs, gérés comme les précédents mais représentants simultanément les trois câbleries. Trois de ces dépôts (Paris, Alençon et Epinal) appartiennent à la S.A.C.M. ;

- des dépôts dits "hebdomadaires" parce qu'ils se réapprovisionnent en principe chaque semaine auprès des précédents, et qui constituent les "antennes" les plus avancées du réseau de distribution auprès des utilisateurs. Neuf de ces dépôts (Reims, Rouen, Strasbourg, Lyon, Marseille, Toulouse, Lille, Le Mans, Bordeaux) appartiennent à la S.A.C.M.

Par ailleurs, pour réduire les coûts de transports, deux magasins régionaux, démultiplication du magasin central de la SODEDICA à Clichy, fonctionnent à Bordeaux et Lunéville.

L'importance et la rotation des stocks de ces différents dépôts est donnée par le tableau ci-après.

RESULTATS DES DEPOTS RATIONALISES

Mois de JANVIER 1965

	SACM	G. D.	T. H.	Moyenne
DEPOTS TRIMESTRIELS				
Rotation de Janvier 1965	12,00	5,43	5,66	7,16
Rotation cumulée au 31 janvier 1965	10,04	7,00	6,23	7,63
DEPOTS HEBDOMADAIRES				
Rotation de Janvier 1965	4,79	1,25	6,53	4,74
Rotation cumulée au 31 janvier 1965	5,03	3,79	9,29	5,31
DEPOTS COMMUNS				
Rotation de Janvier 1965	9,88	5,66	5,36	6,05
Rotation cumulée au 31 janvier 1965	9,71	6,72	5,40	6,94
Rotation du total des dépôts par câblerie 01-65	7,63	5,41	6,45	6,27
-"- -"- -"- cumulée au 31.1.65	7,50	6,79	6,59	6,99

Rotation Pondérée de Janvier 1965 6,48

Rotation Commerciale de Janvier 1965 5,30

Rotation du Dépôt SODEDICA/LUNEVILLE - Janvier 1965 - 6,36

Rotation du dépôt SODEDICA/BORDEAUX - Janvier 1965 - 10,30

EVOLUTION DES STOCKS TOTAUX

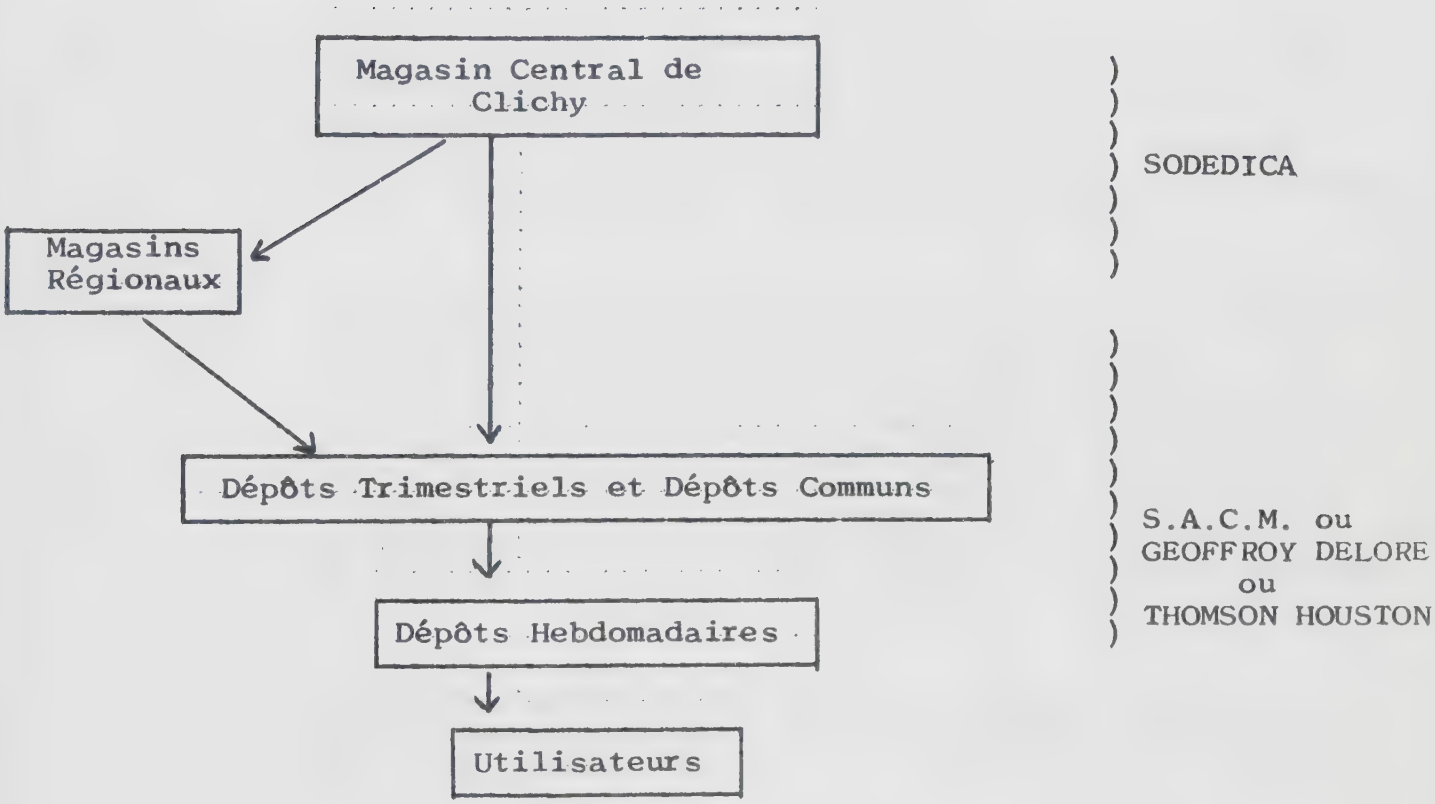
	STOCKS MC + USINES	DEPOTS REGIONAUX	ST.DEPOTS TRIMESTR.	ST.DEPOTS HEBDOMAD.	ST.DEPOTS COMMUNS	ENSEMBLE DES dépôts	TOTAL GENERAL
Janvier	10.998	948	2.546	1.255	1.614	6.363	17.361

Une remarque évidente à la lecture de ces chiffres est que le taux de rotation des dépôts trimestriels est paradoxalement plus élevé que celui des dépôts hebdomadaires le stock moyen dans les premiers est de l'ordre de 1 mois, alors qu'il est presque de trois mois dans les dépôts hebdomadaires. Ce paradoxe. peut être expliqué par deux considérations :

1.- Ces taux de rotation sont des taux globaux, tous câbles réunis : le"poids" relatif des stocks de produits rarement vendus par rapport aux produits de consommation courante est plus élevé dans les dépôts hebdomadaires que dans les dépôts trimestriels et pèse ainsi sur leur taux de rotation (en effet, on peut remarquer que le stock total des dépôts hebdomadaires est environ la moitié de celui des dépôts trimestriels, alors que leur nombre est trois fois plus élevé).

2.- Les conditions particulières du marché obligent les dépôts hebdomadaires à disposer en stock de la totalité de la gamme de câbles, et, en période d'évolution technologique, le risque de périmabilité de ces stocks est concentré à leur niveau (en effet, les dépôts trimestriels peuvent plus facilement écouler les "queues de série" sur les dépôts hebdomadaires que ces derniers sur les utilisateurs).

Le schéma général du réseau de distribution est en résumé le suivant :



CIRCUIT DES COMMANDES ET FACTURATION

Les utilisateurs de câbles de série sont des entreprises de taille et de besoins très inégaux, échelonnés depuis l'artisan installateur d'électricité domestique jusqu'à l'entreprise industrielle chargée d'effectuer des branchements d'usines. Leur caractéristique commune est cependant de pratiquement toujours acheter sur disponible, et de ne pas accepter de délai de livraison.

Les dépôts hebdomadaires doivent donc être en mesure de livrer à la demande les câbles les plus courants, et d'approvisionner auprès des dépôts trimestriels dans un délai de 48 H. les autres câbles. Les commandes ainsi livrées font l'objet de bordereaux de livraison qui sont transmis à la câblerie pour facturation : toute la facturation est donc effectuée par le service commercial de la câblerie, et non par les dépôts hebdomadaires. Le mode de réglement est variable suivant le client, depuis le paiement comptant à la traite à 90 jours.

Les dépôts hebdomadaires passent commande aux dépôts trimestriels, soit pour réajuster leurs stocks, soit pour livrer un client.

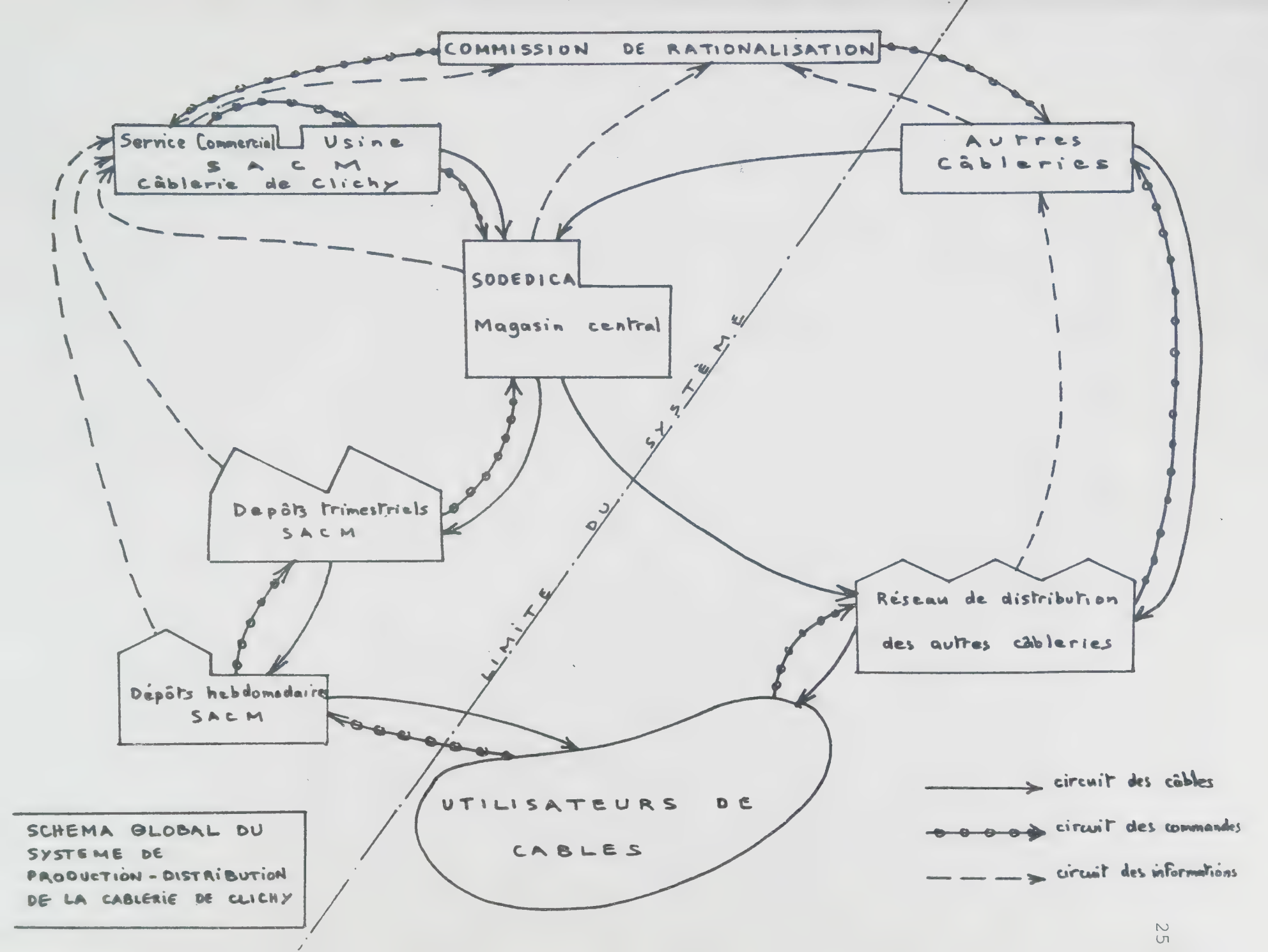
Ces commandes entre dépôts sont cumulées et facturées tous les dix jours par la SODEDICA, qui est informée de tous les mouvements des stocks par la transmission de folios des liasses de commande (la facturation n'intervenant que lorsque le dépôt demandeur et le dépôt livreur n'appartiennent pas à la même câblerie).

Les dépôts trimestriels réapprovisionnent leur stock auprès du magasin central, par l'intermédiaire du service commercial de la câblerie qui peut ainsi surveiller le niveau des stocks et, éventuellement, refuser les réapprovisionnements qui tendraient à les alourdir.

Les livraisons du magasin central aux dépôts trimestriels sont effectuées sous huit jours, et facturées tous les dix jours par la SODEDICA.

Le magasin central est enfin réapprovisionné tous les mois, à partir des programmes de fabrication et de répartition décidés par le Comité de rationalisation, et en fonction des besoins prévisionnels pour le mois suivant établis par la SODEDICA. Les câbles livrés au magasin central par les câbleries co-propriétaires de SODEDICA restent à leur charge, et ne sont facturés à SODEDICA qu'à leurs sorties du stock vers les dépôts. Par contre, les câbles fournis par les autres câbleries sont achetés par SODEDICA.

Le schéma complet du circuit de distribution figure sur le schéma ci-après.



SCHEMA GLOBAL DU SYSTEME DE PRODUCTION - DISTRIBUTION DE LA CABLERIE DE CLICHY

MODE DE GESTION DES STOCKS

Les stocks des dépôts hebdomadaires et trimestriels sont contrôlés par le service commercial de la Câblerie de Clichy grâce au système de réapprovisionnement décrit précédemment. Ils sont tenus au service commercial sur un fichier nourri par des informations d'entrée (accusés de réception) et de sortie (bordereaux de livraison). Par ailleurs, des inventaires mensuels permettent de maintenir une concordance précise entre les quantités physiquement stockées dans les dépôts et les quantités portées sur les fichiers.

Ces fichiers permettent d'exercer une surveillance sur les sorties de stocks et de prendre des décisions relativement au niveau de ces stocks. En pratique, le niveau minimum admissible des stocks correspond à un mois de vente. Lorsqu'un stock n'est pas mouvementé une seule fois en un an, il est supprimé.

Le stock du magasin central de la SODEDICA est surveillé de façon plus précise, son contrôle permettant par ailleurs de définir des prévisions de consommation pour les mois à venir. Chaque type de câble tenu en stock est géré sur des graphiques classiques portant en cumul les quantités entrées en stock, sorties de stock et le stock.

Ces graphiques sont tenus à partir d'états décadaires, édités trois fois par mois par l'atelier mécanographique de la SODEDICA et donnant pour la période précédente :

- les entrées en stock ;
- les sorties de stock ;
- le stock résultant en fin de période, pour chaque article.

L'extrapolation, à partir des six derniers mois, de la courbe des sorties permet d'établir une prévision de consommation pour le mois suivant, prévision éventuellement corrigée en vue de réajuster le stock à un niveau jugé convenable. Cette prévision, compte tenu des quantités non encore livrées du programme de fabrication du mois précédent, sert à définir les besoins de la SODEDICA pour le mois à venir.

1.4.- Détermination des programmes de fabrication

La commission des programmes jouait, pour les câbleries rationalisées, le rôle de pont entre la distribution et la fabrication. Tout se passait en effet comme si les unités de production des différentes câbleries avaient eu un seul client, la commission des programmes.

Cette commission, qui se réunissait entre le 10 et le 15 de chaque mois, était composée de représentants des services commerciaux et de fabrication des câbleries adhérentes aux accords (groupe des sept câbleries rationalisées). Elle avait pour fonction :

1. - de rassembler les prévisions de besoins émanant des câbleries du groupe pour le mois à venir;

2. - de répartir les fabrications destinées à satisfaire ces besoins entre les unités de production des câbleries du groupe.

SECRETARIAT D'ETUDES
DE RATIONALISATION
GROUPE VII

SR/1.703
10/3/65

PROGRAMME DU MOIS DE MARS 1965
(Situation définitive)
concernant les câbles de Série + GEN et CMNE

Sociétés	BESOINS EXPRIMES (Série + GEN+CMNE)	ARRIERES		COMMANDES		DIFFERENCE		
		pas assez reçu (+)	trop reçu (-)	Part théorique	effectivement reçues	pas assez reçu (+)	trop reçu (-)	%
POOL de DISTRIBUTION	7.352.630	21.990 (1) 64.021 86.011		7.438.641	7.453.058		14.417	0.19
MANUFACTURES REUNIES								
THOMSON (22 % de SOD)	559.182		41.207 (1) 64.021 105.228	453.954	462.003		8.049	1.77
SIGNAUX	-	19.217		19.217	- 3.249	22.466		
TOTAL	7.911.812	105.228	105.228	7.911.812	7.911.812	22.466	22.466	0.28

(1) différence entre évaluation provisoire et chiffre réel besoins TH pour le mois de :
décembre
janv. prov. - 64

RATIONALISATION

REPARTITION DU PROGRAMME DE MARS 1965

entre les Sociétés membres du Pool (situation définitive)

Stés	BESOINS EXPRIMES			COMMANDES RECUES			DESEQUILIBRES		
	Progr. 65/02 (définitif)	Progr. 65/03 (définitif)	TOTAL	Progr. 65/02 (définitif)	Progr. 65/03 (définitif)	TOTAL	pas assez reçu (+)	trop reçu (-)	%
TMX	6.646.728	5.873.813	12.520.541	5.535.637	5.085.629	10.621.266	1.899.275		15,17
CDL	4.597.528	4.872.820	9.470.348	5.098.874	5.465.579	10.564.453		1.094.105	11,55
JEU	2.802.579	2.647.592	5.450.171	3.645.499	2.884.031	6.529.530		1.079.359	19,80
GD	3.790.127	3.803.678	7.593.805	2.260.872	2.354.464	4.615.336	122.788		1,62
SACM				1.347.053	1.508.628	2.855.681			
TOTAL Gr.V	17.836.962	17.197.903	35.034.865	17.887.935	17.298.331	35.186.266	2.022.063	2.173.464	
TH	617.020	559.182	1.176.202	566.047	458.754	1.024.801	151.401		
TOTAL Gr.VI	18.453.982	17.757.085	36.211.067	18.453.982	17.757.085	36.211.067	2.173.464	2.173.464	6,-

SECRETARIAT
D'ETUDES DE RATIONALISATION

SR/2.309
10/3/65

REPARTITION du PROGRAMME de MARS 1965
(Situation définitive)
RECAPITULATIF D'ENSEMBLE

BESOINS EXPRIMES

Sociétés	SERIE CMNE/GEN	V FILS	BBNE	VULTYPRENE	RETYLENE	TOTAL
TMX	1.956.519	1.405 217	–	1.874.023	638.054	5.873.813
CDL	2.135.266	748.623	4.764	1.771.582	212.585	4.872.820
SOD	1.982.553	405.030	41.313	1.265.025	109.757	3.803.678
JEU	1.278.292	501.741	5.544	846.654	15.361	2.647.592
TOTAL	7.352 630	3.060.611	51.621	5 757.284	975.757	17.197 903

REPARTITIONS DES FABRICATIONS

Sociétés	SERIE CMNE/GEN	V FILS	BBNE	VULTYPRENE	RETYLENE	TOTAL
TMX	2.019.418	1.405.217	34 004	1.374.760	252.230	5.085.629
CDL	2.070 501	748.623	5.544	2.248.639	392.272	5.465.579
	1.311.306	306 500	–	683.021	53.637	2.354.464
SAOM	612.824	98.530	4 165	659.650	133.459	1.508.628
JEU	1.439 009	501.741	7 908	791 214	144.159	2.884.031
TOTAL	7.453.058	3.060 611	51 621	5 757.284	975.757	17.298 331

En fait, les opérations se déroulaient de la manière suivante :

1er temps :

- Avant le 10 du mois, les services commerciaux de chaque câblerie faisaient parvenir au secrétariat d'étude de rationalisation, leur prévision de consommation pour le mois suivant.

- Ces prévisions étaient cumulées par type de câble par le secrétariat et permettaient le calcul des besoins globaux pour l'ensemble des câbleries rationalisées.

- L'application d'une grille de répartition à ces besoins globaux permettait alors de définir la part revenant :

  . au pool de distribution;

  . à la Thomson;

  . à la Cie des Signaux.

- Ces parts étaient valorisées à partir des "prix d'échanges", c'est à-dire des prix de revient directs (prix matières plus frais proportionnels) et modifiées de façon à obtenir un équilibrage en valeur entre les achats et les ventes de chaque câblerie aux autres membres du groupe.

  Cet équilibrage suivait, théoriquement la règle suivante :

  Besoins exprimés + livraisons restant à recevoir + affectations en moins du mois précédent = part théorique + livraisons restant à faire + affectations en trop du mois précédent.

- Le programme affecté résultait finalement d'un compromis entre la part définie par la grille de répartition (en quantités par produit) et la part théorique définie par l'équilibrage en valeur.

2ème temps

- La part définitivement attribuée au pool de distribution était enfin répartie entre :

  . Tréfimétaux,

  . Câbleries de Lyon,

  . Jeumont,

  . SODEDICA (Geoffroy Delore + Câblerie de Clichy)

  suivant un processus analogue, assorti d'une règle supplémentaire, dite règle du butoir.

Il convient de noter ici que l'équilibrage en valeur des échanges n'assurait pas ipso facto un équilibrage de l'activité des usines. En effet, la part relative des deux composants des prix d'échange (coût matière et frais proportionnels) est variable d'un type de câble à l'autre.

Une câblerie à laquelle la grille de répartition attribuait une proportion importante de câbles à faibles frais proportionnels (c'est-à-dire à faible valeur ajoutée) avait fonc un volume d'activité inférieur à celui d'une autre câblerie à laquelle la grille de répartition aurait attribué, pour une valeur d'échange identique, des câbles à faible coût matière.

Par ailleurs, les fluctuations du marché de la matière première influaient beaucoup moins sur la marge brute de la seconde câblerie que sur celle de la première.

Un exemple, emprunté à une étude de Mr Bovis, Directeur Commercial de la Câblerie de Clichy, illustrera ces remarques :

soit un câbleur C1 qui fabrique et vend :

. 100 km de câble A

. 500 km de câble B.

tels que pour le câble A on ait :

M = 80 FP = 20 M + FP = 100 PV 120

pour le câble B on ait :

M = 90 FP = 20 M + FP = 50 PV 70

Par la vente de sa production, ce câbleur va recevoir de ses clients :

100 x 120 F + 500 x 70 F = 47.000 F.

Ses dépenses de matières sont :

100 x 80 F + 500 x 30 F = 23.000 F.

Restent 24.000 F

Comme somme couvre l'ensemble des frais de transformation, de structure et la marge.

Ce câbleur C1 entre en rationalisation avec un ou plusieurs câbleurs.

Dans cette rationalisation, il va échanger par exemple:

200 kms de câble B contre 100 kms de câble A

Sa grille lui donne à fabriquer :

200 kms de câble A et 300 kms de câble B.

il vend en prix d'échange (M + FP) 100 kms de A et achète en prix d'échange 200 kms de B.

Ses recettes deviennent :

100 x 120 F + 500 x 70 F + 100 x 100 F = 57.000

Ses dépenses matières + achats sont :

200 x 80 F + 300 x 30 F + 200 x 50 F = 35.000

Restent ..... 22.000 F

Donc du fait de sa rationalisation la valeur dont il dispose pour couvrir ses frais et sa marge est réduite de :

$$\frac{24.000 - 22000}{24.000} \times 100 = 8,3\ \%$$

Supposons que les matières premières du câble A augmentent de 50% et que celles du câble B n'augmentant pas, les chiffres deviennent :

Câble A M = 120 FP = 20, M + FP = 140 PV = 170

Câble B M = 30 FP = 20, M + FP = 50 PV = 70.

SI le câbleur n'est pas en rationalisation, ses recettes deviennent :

$$100 \times 170 + 500 \times 70 = 52.000 \text{ F}$$

Ses dépenses matières :

$$100 \times 120 + 500 \times 30 = 27.000 \text{ F}$$

$$\boxed{25.000 \text{ F}}$$

S'il est en rationalisation avec échanges équilibrés, il va échanger 100 kms de câble A contre 280 kms de câble B (même valeur en prix d'échanges).

Ses recettes deviennent :

$$100 \times 170 + 500 \times 70 + 100 \times 140 = 66.000 \text{ F}$$

Ses dépenses matières + achats :

$$200 \times 120 + 220 \times 30 + 280 \times 50 = 44.600 \text{ F}$$

Restent ..... $\boxed{21.400 \text{ F}}$

Donc en rationalisation par suite de l'augmentation des matières sur le câble A et la grille de répartition n'étant pas modifiée, la somme d'argent dont il dispose pour couvrir ses frais et sa marge est réduite de :

$$\frac{(25.000 - 21.400)\ 100}{25.000} = \boxed{14,4\ \%}$$

Si les échanges se font à une valeur différente de (M + FP) égale à K fois (M + FP) quelle que soit la valeur de K les résultats sont les mêmes.

Bien entendu l'exemple pris est un peu caricatural, mais reste significatif.

La conclusion à en tirer est la suivante :

Quand en rationalisation, on échange des câbles à fort pourcentage de matières contre des câbles à faible pourcentage, on dispose d'une somme d'argent plus faible pour absorber les frais industriels et de structure - cette réduction est d'autant plus marquée que le prix des matières augmente - En fait il y a réduction d'activité pour le câbleur qui fabrique le câble à fort pourcentage de matières. Pour ce câbleur, il est donc absolument nécessaire d'adapter en permanence ses frais directs et indirects.

Il faut remarquer que c'était le cas de la Câblerie de Clichy qui dans sa grille avait des câbles à fort pourcentage de matières.

TAUX DE VALEUR AJOUTEE ET DE MARGE BRUTE DES PRINCIPAUX TYPES DE CABLES.

Désignation du câble	Prix de vente V	Prix d'échange E	Marge brute MB=V-E	Prix matière M	Frais proportionnels FP=E-M	Taux de valeur ajoutée $\frac{F-P}{E}$	Taux de marge brute $\frac{M-B}{E}$
V 2,5	330	246	84	105	141	0,57	0,34
V 4	500	338	162	164	174	0,52	0,48
V 70	8 853	4 280	4 573	2 647	1 633	0,38	1,07
BN 16	2 304	1 114	1 190	669	445	0,40	1,07
BN 25	3 841	1 721	2 120	1 036	685	0,40	1,23
CGPFV 4,35	26 252	17 781	8 471	10 047	7 734	0,42	0,48
2,70	26 538	18 316	8 222	10 098	8 318	0,45	0,45
3,70	35 255	23 455	11 800	13 266	10 189	0,43	0,50
4,70	40 038	29 471	10 567	16 802	12 669	0,43	0,36
2.240	78 205	53 660	24 545	29 975	23 685	0,44	0,46
3.240	104 535	70 596	33 939	40 545	30 051	0,43	0,48
VGPV 4,10	10 677	5 041	5 636	2 669	2 372	0,47	1,12
VGPFV 4,10	11 912	5 640	6 272	2 964	2 676	0,47	1,11
VGV 4,10	7 738	3 407	4 331	2 061	1 346	0,40	1,27
VGVFV 4,10	10 306	4 267	6 039	2 506	1 761	0,41	1,41
B1.2N 1,10	1 977	1 293	684	737	556	0,38	0,53
2,10	4 844	3 018	1 826	1 773	1 245	0,41	0,60
3,10	6 041	3 769	2 272	2 237	1 532	0,41	0,60
4,10	7 590	4 817	2 773	2 867	1 950	0,41	0,58
3,35	16 540	10 785	5 755	6 435	4 350	0,40	0,54
4,35	21 104	13 877	7 277	8 307	5 570	0,40	0,52
4,70	37 596	24 539	13 057	14 735	9 804	0,40	0,53
3,35 + 25	20 228	13 060	7 168	7 799	5 261	0,40	0,55
R1.2N 1,10	1 863	1 145	718	676	469	0,41	0,63
2,10	4 515	2 600	1 915	1 556	1 044	0,40	0,74
3,10	5 638	3 201	2 437	1 988	1 293	0,40	0,76
4,10	7 070	4 156	2 914	2 531	1 625	0,39	0,70
3,35	15 880	9 565	6 315	5 811	3 754	0,40	0,66
4,35	20 210	12 388	7 822	7 547	4 841	0,39	0,63
4,70	36 412	22 665	13 747	13 801	8 864	0,39	0,60
3,35 + 25	19 200	11 666	8 534	7 097	4 569	0,39	0,73
Retylène							
2,16	4 655	2 550	2 105	1 509	1 041	0,41	0,83
4,16	9 306	5 101	4 205	3 020	2 081	0,41	0,83

Notons toutefois que cette conclusion ne tient pas compte des possibilités de spéculation sur le cuivre : en effet, en période de croissance des cours, il peut être intéressant pour une câblerie de vendre des câbles à fort pourcentage de matière, afin de réaliser une plus-value sur la valeur vente du cuivre incorporé au câble par rapport à sa valeur d'achat, au cours moins élevé des périodes précédentes : une optimisation doit alors être réalisée entre cette plus-value et le manque à gagner résultant de la sous-activité des ateliers de production à laquelle peut conduire cette politique.

Cette dernière remarque montre la difficulté de fixer une politique optimale dans le cadre des accords de rationalisation en tenant compte des fluctuations de cours du cuivre.

3.1.5.- CONTROLE DE LA PRODUCTION :

Le cycle complet de fabrication d'un type de câble, depuis le lingot de cuivre jusqu'au câble terminé, a une durée comprise entre 6 à 8 semaines. Le délai moyen d'approvisionnement du magasin central et de livraison aux câbleries rationalisées étant de l'ordre du mois, il est donc impossible de lancer l'ensemble des opérations de fabrication à la commande. Seules les dernières opérations, de durée cumulée inférieure au délai de livraison d'un mois, peuvent être soumises aux programmes de répartition. Les opérations antérieures doivent au contraire être lancées indépendamment de ces programmes, de manière à constamment assurer l'approvisionnement d'un stock tampon de produits demi-finis à partir duquel les opérations suivantes, soumises aux programmes, pourront être amorcées à la demande.

Ce stock tampon, rendu nécessaire par l'écart entre le délai de fabrication et le délai de livraison, a été créé, pour des raisons techniques et économiques, au niveau du fil câblé.

La gamme de fabrication des câbles de séries est ainsi la suivante :

MATIERES PREMIERES

caoutchouc et ingrédients pour gaines isolantes.

Stock cuivre

Laminage et tréfilage

Malaxage

Câblage

Stock tampon des mélanges préparés

Stock tampon de torons de fil câblé

Produits ½ finis

3 chaînes utilisées pour les câbles de séries et les câbles sur commandes.

Cadence = 20 Km/jour et chaine pour un travail en 2 équipes.

Boudinage d'isolation des fils

Contrôle

assemblage des câbles

gainage et marquage

Contrôle

Expédition.

L'interruption et la remise en route d'une chaîne pour changer le type de câble fabriqué coûte plusieurs heures de main d'oeuvre et environ 150 m. de déchet. Des longueurs minimales de mise en fabrication ont été définies par la commission de rationalisation, afin d'éviter un morcellement excessif des séries, qui irait à l'encontre du but recherché par la rationalisation. Ces longueurs, définies, suivant la théorie classique des séries économiques, sont en fait le résultat d'un compromis entre les coûts de fabrication et les coûts de stockage.

Le contrôle de la production est assuré de la manière suivante :

Le service commercial transmet aux ateliers des commandes de deux types :

- commandes correspondant aux câbles de séries, qui seules nous intéressent dans cette étude,

- commandes dites "spéciales" (qui représentent 80 % du chiffre d'affaires de la Câblerie de Clichy) correspondant à des câbles non rationalisés fabriqués sur commande et non sur programme.

Les commandes du premier type sont en principe le reflet des programmes de répartition mis au point par la commission de rationalisation. En pratique, le service commercial définit son propre programme de fabrication à partir de prévisions de consommation sur deux mois, afin de pouvoir mieux réguler le stock tampon de fils câblés. Ce programme interné est établi à partir :

- des statistiques de consommation fournies par la SODEDICA (états décadaires),

- d'une évaluation des besoins autres que ceux de la SODEDICA, basée sur leur expression des six mois précédents.

La technique d'extrapolation est la même que celle décrite précédemment à propos de la définition des besoins de la SODEDICA (utilisation de graphiques).

Le programme de répartition de la commission de rationalisation sert ainsi uniquement à corriger, un mois plus tard, ce programme interne.

Les commandes des deux types sont traitées de manière uniforme par le service d'ordonnancement-lancement des ateliers. Cependant, en cas de saturation des ateliers, priorité est accordée aux commandes spéciales, les commandes de câbles de séries étant utilisées comme volant régulateur de charge.

A partir des commandes du service commercial, un dossier de fabrication est constitué, qui comporte :

- une gamme de fabrication ORM 16 /1/
- une fiche d'avancement /2/
- une fiche de planning /3/

L'ensemble des dossiers de fabrication permet la tenue de trois documents :

- un programme de fabrication par machine permettant d'en gérer la charge /4/

- un programme de lancement de fil tréfilé, établi chaque semaine pour les 2 ou 3 semaines à venir /5/ et /5bis/ .

- un programme de réapprovisionnement de cuivre, établi chaque mois pour le mois suivant /6/.

Le délai administratif correspondant à ces opérations antérieures à la mise en fabrication est inférieur à une semaine.

Le tableau ci-dessous retrace, sur 1963, l'état de charge (en heures) de l'atelier, réparti entre :

- câbleuses
- chaînes d'assemblages — d'une part, et
- câbles de série
- câbles sur commande — d'autre part.

Mois	Câbleuses (10 machines)		Chaînes d'assemblage (20 machines)	
	Série	Commandes spéc.	Série	Commandes spéc.
Janvier	459	486	1.803	2.121
Février	297	1.000	1.957	1.874
Mars	588	683	1.661	1.901
Avril				
Mai	898	916	2.059	2.209
Juin	1.186	763	2.503	2.622
Juillet	967	1.111	2.424	3.603
Août				
Septembre	449	1.686	1.952	3.075
Octobre	393	1.475	1.579	3.477
Novembre				
Décembre				

1	2.000	/4	500	20/5/65		226.824
1- DESTINATAIRE	2- LONGUEUR TOTALE DU LOT	3-Nbre COUP	4- LONG. COUP.	5- DÉLAI	6- LOT	7- N° DE COMMANDE

METAL — 10 - SPÉCIFICATION DU CABLE

U.NR. — 4 X 35 m/m I.000 -U- C G P F V — Approvisionnements

10- OPÉRATION	11- ÉPAIS.	12- DIAM	13- PAS	14- MACH. PRÉVUE	15- OUTILLAGE	16- MATIÈRES	17- QUANTITÉ AU KIL.	18-
TORON DISPONIBLE SUR CDE		230.997 POUR 8.200 m						
		7,I						
ISOLATION I Ruban ép.moy.mini.	I,4	9,9		N26	I.650	Rub.ter.noir L.30 ép.0,025 G 1	4400 280	
I X 2.040 m blanc I X 2.040 m rouge 2 X 2.040 m noir	(par hypalonnage)							
RELEVAGE CONTROIE 2 X I.020 m blanc 2 X I.020 m rouge 4 X I.020 m noir					I.050			
ASSEMBLAGE 4 X 505 m I Blanc- I rouge 2 noir		23,9	430D	C 20	I.900	Bourrages central et périphériques jute Nm 0,4	80	
2 rubans		24,9				Ruban métré Rub.calicot L.60	3400	
Prévoir une attache de IO M. de ficelle sur le tambour de la bobine								
MISE SOUS PLOMB ép.moy.mini.	I,5	27,9		F 2	I.650	Fil de marque Plomb	1590	
Maxi		29						
ARMATURE 4 X 505 m 3 papiers						pap.oré.soud.L.50	60	
2 feuillards		30,9		G 2	I.900	Feuil.ac 40x0,5	650	
Prévoir une attache de IO M. de ficelle sur le tambour de la bobine								
GAINE 4 X 505 m ép.moy.mini	I,8	34,5		N 36	Neutre FBN C I	Fil de marque Noir	290	
Maxi		37,6						
CONTROLE AU LABO SUIVANT C 32 I06								
TENSION D'ESSAI 2.500 V.						I6/4/65	4325	

SITUATION D'AVANCEMENT

S.-Ens.
Lgrs.
Dalai

Tronçon :
Bloch :
Diam. :

LANCÉE LE :

CLIENT

Réf. :
Qté :

CAHIER DES CHARGES

N° DE COMMANDE

SPÉCIFOS TYPES

LONGUEURS

Dimens. :
Qté :
Matière :

S.A.C.M. CLICHY

RÉCEPTION

DÉLAI

3 FICHE TÉMOIN

NUMÉRO COUPURE	LONGUEUR COUPURE	DÉLAI	LOT	N° DE COMMANDE

MÉTAL	SPÉCIFICATION

	LANCEMENT	CABLAGE ou ISOLATION	Assemblage	Armature ou Tressage	Laboratoire	Magasin

Observations

TOURET

1803

4

PROGRAMME DE FABRICATION DU					au	MACHINE				
COMMANDE	SPECIFICATION SUCCINCTE	LONGUEUR	V	S	L	M	M	J	V	S

5 BRANCHE F

Prévisions des besoins en Cuivre

Sections	CUIVRE ETAME			CUIVRE NU RECUIT		
	SEM	SEM		SEM	SEM	

5 bis

Diamètre des Fils	Nature des	Semaines		Semaines		Semaines		
	Cuivres	Bobines	Long.	Bobines	Long.	Bobines	Long.	

6

PREVISIONS DE MATIERES PREMIERES

Destinataires { Chef du service Magsin
Forindex
Dossier

Branche:

Date:

Désignation des matières	Commandes reçues dans le mois	Prévisions non cumulatives pour les mois suivants			Indications à caractère approximatif		
					Consommation prévue au delà du 3e mois		observations

© 1907

Il convient ici de noter que l'uniformisation du contrôle de production, qu'il s'agisse de câbles de séries ou de commandes spéciales, correspond sans doute à un souci de simplification administrative, mais nullement à celui de la régulation de la production : nous renvoyons pour la discussion de cette affirmation au chapitre 2 - 3 de la deuxième partie.

Dans ce cas précis, il est certain que des procédures de contrôle de production différenciées pour les commandes spéciales d'une part et les câbles sur programme d'autre part pourraient améliorer sensiblement la rentabilité de l'outil de production. En particulier, les câbles sur programme, qui seuls nous intéressent dans cette étude, se prêteraient à l'application d'une procédure de calcul de besoins en composants élémentaires (conducteurs isolés) analogue à celle décrite au § 2 - 3 - 1. En effet, le même type de conducteur isolé peut entrer dans la composition de plusieurs types de câbles (différent par le nombre de ces conducteurs ou la nature de la gaine) : un regroupement des besoins au niveau de ces conducteurs isolés aboutirait à une rationalisation interne à l'unité de production donc indépendante des difficultés de la rationalisation commerciale, sur les produits finis. Par ailleurs, il est probable que des prévisions de ventes en produits finis, correspondent à la demande propre du réseau de distribution de la S.A.C.M., aboutiraient à une programmation des besoins de production plus stable que celle résultant des marchandages d'une commission de rationalisation : en effet, la variabilité de telles prévisions correspondrait à celle de la demande finale, qui, nous l'avons vu, est relativement stable. Au contraire, les décisions de la commission de rationalisation font intervenir des considérations économiques (équilibrage des échanges en valeur) qui peuvent avoir des incidences instantanées sur les programmes beaucoup brutales. Là encore, l'étude des résultats de l'exploitation du modèle nous permettra de quantifier ces remarques.

1.6.- Approvisionnement en cuivre

La câblerie de Clichy, comme toutes les industries transformatrices du cuivre a trois sources d'approvisionnement en cuivre :

- les achats directs aux producteurs de cuivre : ces achats font l'objet de contrats annuels pour des tonnages déterminés et au cours en vigueur au mois de la livraison. Jusqu'en 1964, le cours officiel était celui du London Metal Exchange, qui, au cours de ces dernières années, subissait des variations brutales dues, en particulier, aux événements politiques qui secouaient les principaux pays producteurs. Depuis 1964, une "caisse de péréquation", financée et gérée par l'ensemble des producteurs de cuivre, a été instituée pour normaliser les cours (il s'est ainsi produit que le prix fixé par les producteurs ait été la moitié du cours du marché libre du London Meta Exchange : 240 livres contre 500 livres en 1964).

- les achats sur le marché libre des négociants en métaux; ces achats portent sur des quantités quelconques, et sont effectués au cours du jour, tel qu'il est fixé par le London Metal Exchange ou les Commodities Exchange.

- enfin, la transformation des déchets de cuivre, réalisée à façon par l'industrie spécialisée, constitue une source non négligeable d'approvisionnement (elle couvre actuellement le quart des besoins mondiaux en cuivre).

Le problème majeur des approvisionnements en cuivre est ainsi d'arbitrer entre des contrats à longterme avec les producteurs et des achats spéculatifs au coup par coup auprès du marché de négoce. Cet arbitrage est institutionnalisé en France par l'existence du G.I.R.M. (Groupement Interprofessionnel de Répartition des Métaux) qui achète à terme aux producteurs pour revendre ensuite aux industries transformatrices à un prix non spéculatif, fonction de la moyenne des coûts d'approvisionnements auprès des producteurs.

En période de stabilité des cours sur le marché mondial, le coût moyen d'approvisionnement auprès du G.I.R.M. pouvait être sensiblement supérieur au coût d'approvisionnement auprès de négociants marginaux, et la Câblerie de Clichy est de ce fait restée longtemps "infidèle" au G.I.R.M

Par contre, en 1963-1964, les fluctuations brutales des cours mondiaux et l'hystérésis des coûts d'approvisionnement du G.I.R.M. par rapport à ces fluctuations (du fait des contrats à terme passés avec les producteurs) lui ont permis de pratiquer des prix très inférieurs aux cours du marché libre. Les industries transformatrices se sont alors retournées vers le G.I.R.M. qui a dû contingenter ses ventes, en favorisant ses clients fidèles par rapport aux autres.

La simultanéité, à cette époque, du blocage des prix industriels, a pénalisé les entreprises infidèles au G.I.R.M. qui ne pouvaient répercuter sur leurs prix de vente la hausse des cours du marché marginal auprès duquel elles étaient forcées de s'approvisionner pour une partie impotante de leurs besoins.

Les principales variables caractérisant l'économie des approvisionnements en cuivre (cours sur le marché libre, prix fixé par le G.I.R.M.) ont été introduites dans le modèle.

2. - DESCRIPTION DU MODELE DE LA CABLERIE DE CLICHY

Ce modèle entre dans la catégorie des modèles déterministes, et, plus précisément, des modèles de simulation correspondant au cadre conceptuel défini par le Professeur FORRESTER dans son ouvrage "Industrial Dynamics"

Il a été écrit en langage DYNAMO (DYNAmic MOdels) et lui doit une partie de ses caractéristiques : aussi sa description sera-t-elle précédée d'une introduction à ce langage.

Sa mise au point et son exploitation ont été rendues possibles par l'attribution d'une bourse du Fonds d'Aide à la Recherche d'IBM, qui a pris en charge les frais de traitement sur l'ordinateur 7094 du Centre de calcul Scientifique.

Son étude s'est étalée sur environ deux ans, depuis la première visité à la Câblerie de Clichy en mars 1965 jusqu'à l'obtention des premiers résultats des traitements sur ordinateur.

Elle a réclamé à son auteur une centaine de journéesde travail, et n'aurait pu être menée à bien sans le temps que lui ont consacré les cadres de la Câblerie de Clichy au cours de nombreux entretiens, sans le soutien méthodologique des ingénieurs de la Compagnie Française d'Organisation et l'appui matériel de cette Compagnie, et sans les conseils techniques des ingénieurs du Centre de Calcul Scientifique d'IBM.

.2.1. - DYNAMO

DYNAMO est un programme d'ordinateur destiné à fournir, sous forme de tableaux et de graphiques, les résultats de modèles mathématiques décrits par des notations de compréhension immédiate.

Ces modèles peuvent simuler tout système dynamique présentant les caractéristiques de rétroaction propres aux entreprises, aux ensembles économiques ou technologiques. La principale contrainte imposée au modèle est qu'il doit constituer une représentation continue des phénomènes réels (l'utilisation de DYNAMO est en fait très proche de celle d'un calculateur analogique).

Il a été réalisé entre 1958 et 1960 par une équipe de chercheurs du MIT, et a réclamé près de 1500 jours de travail. Il consiste en 10.000 instructions de langage machine (IBM 7090), et peut traiter des modèles comportant jusque 1.400 équations. Il en existe un manuel d'utilisation très complet, auquel nous empruntons cette présentation (réf. 43).

Un modèle écrit en DYNAMO consiste en un ensemble de relations algébriques reliant les variables les unes aux autres, ces relations constituant un système d'équations différentielles du premier ordre. La notation utilisée est similaire à celle des compilateurs de calcul scientifique de type FORTRAN. Les avantages de l'utilisation de DYNAMO, par rapport à celle de FORTRAN par exemple, sont les suivants :

1. - DYNAMO est facile à comprendre.
   La notation particulière du temps qu'il incorpore aide considérablement à la compréhension du modèle.

2. - DYNAMO est facile à apprendre. Les contraintes imposées par la logique qu'il incorpore réduisent sa souplesse mais également le nombre des notions à apprendre. Ce qu'il faut apprendre peut être maitrisé dans le contexte d'une seule utilisation : il s'agit en fait d'un "dialecte" plus que d'un langage universel réf. 57).

3. - DYNAMO peut être utilisé sans l'ingéniosité de formulation que réclament la plupart des langages de programmation. Il en résulte que des modèles écrits par différents utilisateurs pour décrire le même phénomène seront similaires et faciles à comparer.

4. - DYNAMO n'exige qu'une très courte durée de compilation, et dispense de conserver l'expression du programme en langage machine d'une exploitation à l'autre.

5. - DYNAMO permet de présenter les résultats sous forme graphique, et peut calculer automatiquement les échelles.

6. - DYNAMO accepte un ordre de présentation quelconque des équations du modèle, et rétablit automatiquement l'ordre nécessaire du calcul.

7. - DYNAMO peut effectuer automatiquement la plupart des calculs de valeurs initiales des variables du modèle.

8. - DYNAMO teste très complètement les erreurs logiques et syntaxiques qui peuvent exister dans le modèle et la présentation de ses diagnostics rend leur correction aisée.

Les concepts généraux caractérisant les modèles écrits en DYNAMO ont été énoncés au paragraphe 2.2.2. Nous nous cantonnerons ici à donner des précisions sur l'écriture elle-même.

Sept types de quantités peuvent être utilisés, qui sont identifiés par une lettre :

L (Level) : variable de niveau. Sa valeur à l'instant t est calculée à partir de sa valeur à l'instant t-dt et de sa cadence de variation pendant l'intervalle de temps dt.

R (Rate) : variable de flux. Sa valeur correspond à la vitesse d'écoulement d'un flux pendant un intervalle de temps dt.

A (Auxiliary) : variable auxiliaire. Il s'agit d'une variable introduite pour simplifier une suite d'équations ou pour exprimer un type de calcul non disponible parmi les "formats d'équation" (cf. ci-dessous). Elle est auxiliaire dans le sens qu'elle pourrait être éliminée par substitution dans les équations de flux.

C (Constant) : constante non calculée.
C'est une quantité dont la valeur numérique est donnée explicitement et ne peut être modifiée pendant une exploitation.

N (Initiale value) : valeur initiale, ou constante calculée. Il s'agit des valeurs numériques initiales de variables de niveau ou de flux, ou de constantes calculées à partir de constantes de type C au début d'une exploitation.

B (Boxcar Train) : chroniques. Il s'agit de suite de valeurs numériques prises par des variables d'autres types et stockées de façon à constituer un historique remis à jour périodiquement.

S (Supplementary) : variable supplémentaire. C'est une variable externe au système d'équation du modèle, et introduite à seule fin d'être éditée avec les résultats du modèle.

Ces quantités, à l'exception des constantes (types C et N) sont affectées d'indices de temps destinées à rappeler l'ordre de calcul. Deux types d'indices sont utilisés :

- pour les types L, A et S, les indices J et K représentant respectivement les instants t-dt et t, pour un calcul effectué à l'instant t.

- pour le type R, les indices JK et KL représentant respectivement les intervalles de temps (t-dt, t) et (t, t + dt).

La règle d'attribution de ces indices est résumée par le tableau ci-après :

Type de variable	Indice de la variable dans le membre de gauche d'une équation.	Indice de la variable dans le membre de droite d'une équation, suivant son type:			
		L	A	R	S
L	K	J	J	JK	-
A	K	K	K	JK	-
R	KL	K	K	JK	-
S	K	K	K	JK	K

Notons que toute quantité apparaissant dans le membre de droite d'une équation doit avoir été définie en apparaissant dans le membre de gauche d'une autre équation, sauf deux quantités définies par le compilateur lui-même : DT, valeur de l'intervalle de temps.
(C'est une constante dont la valeur numérique est choisie par l'utilisateur);
TIME, cumul du temps écoulé depuis le début d'une simulation
(C'est une variable de niveau dont la valeur numérique est automatiquement calculée par DYNAMO à chaque période de calcul).

Chaque quantité est définie par un nom comportant de une à cinq lettres, dont une (sauf la première) peut être remplacée par un chiffre.
(exemples : X, INV, ABCDE, ABC3,...).

Par ailleurs, 58 types de relations algébriques entre variables peuvent être utilisés, et correspondent à des séries d'opérations arithmétiques ou logiques prévues dans le compilateur. Chacune est affectée d'un numéro de "Format d'équation", la combinaison de ces formats d'équations permettant d'exécuter tous les calculs nécessaires à la simulation du modèle. Certains sont spécifiques d'un type de quantité, d'autres peuvent être utilisés pour n'importe quel tupe de quantité.

Le tableau ci-après en donne la liste avec, à gauche, la notation mathématique usuelle, au milieu, le numéro du type d'équation (éventuellement suivi de la lettre correspondant au type de quantité spécifique de ce type d'équation) et à droite, la notation exigée par DYNAMO.

Les notations des quantités intervenant dans ces relations algébriques ont la signification suivante :

V = nom de la quantité définie dans le membre de gauche de l'équation.

N, N1nN2 = valeurs numériques.

P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z = nom de quantité ou valeur numérique

C, C1, C2 = constante ou valeur numérique.

NOTATION USUELLE	NUMERO DU TYPE	NOTATION DYNAMO
Equations de niveaux :		
$V= V+(DT)(P+Q)$	1 L	V.K=V.J+(DT)(±P±Q)
$V= V+(DT)(P+Q+R+S)$	52 L	V.K=V.J+(DT)(±P±Q±R±S)
$V= V+(DT)(P+Q+R+S+T+U)$	2 L	V.K=V.J+(DT)(±P±Q±R±S±T±U)
$V =V+(DT)(\frac{P+Q}{Y})$	3 L	V.K=V.J+(DT)(1/±Y)(±P±Q)
$V= V+(DT)(\frac{P+Q+R+S+T+U}{Y})$	4L	V.K=V.J+(DT)(1/±Y)(±P±Q±R ±S±T±U)
$V= V+(DT)(\frac{P+Q}{Y} + \frac{R+S}{Z})$	5 L	V.K=V.J+(DT)((1/±Y)(±P±Q) +(1/±Z)(±R±S))
Produits et Sommes		
$V= P$	6	V= ±P
$V= P+Q$	7	V= ±P±Q
$V= P+Q+R$	8	V= ±P±Q±R
$V= P+Q+R+S$	9	V= ±P±Q±R±S
$V= P+Q+R+S+T+U$	10	V=±P±Q±R±S±T±U
$V= P+Q+R+S+T+U+W+X$	11	V= ±P±Q±R±S±T±U±W±X
$V= (P)(Q)$	12	V= (±P)(±Q)
$V= (P)(Q)(R)$	13	V= (±P)(±Q)(±R)
$V= P + (Q)(R)$	14	V= ±P+(±Q)(±R)
$V= (P)(Q) + (R)(S)$	15	V= (±P)(±Q)+(±R)(±S)
$V= (P)(Q)+(R)(S)+(T)(U)+(W)(X)$	16	V=(±P)(±Q)+(±R)(±S)+(±T) (±U)+(±W)(±X)
$V= (P)(Q)(R)+(S)(T)(U)+(W)(X)(Y)$	17	V= (±P)(±Q)(±R) +(±S)(±T)(±U)+(±W)(±X) (±Y)
$V= (P)(Q+R)$	18	V= (±P)(±Q±R)
$V= (P)(Q+R+S+T)$	19	V= (±P)(±Q±R±S±T)

NOTATION USUELLE	NUMERO DU TYPE	NOTATION DYNAMO
Quotients :		
$V= \frac{P}{Q}$	20	V= ±P/±Q
$V= \frac{(P)(Q)}{R}$	44	V= (±P)(±Q)/±R
$V= \frac{P}{(Q)(R)}$	42	V= ±P/((±Q)(±R))
$V= \frac{(P)(Q)(R)}{(S)(T)(U)}$	46	V= (±P)(±Q)(±R)/((±S)(±T)(±U))
$V= \frac{P + Q}{Y}$	21	V= (1/±Y)(±P±Q)
$V= \frac{P+Q+R+S+T+U}{Y}$	24	V= (1/±Y)(±P±Q±R±S±T±U)
$V= \frac{(P)(Q)+(R)(S)}{Y}$	22	V= (1/±Y)((±P)(±Q)+(±R)(±S))
$V= \frac{P+Q}{Y} + \frac{R+S}{Z}$	23	V= (1/±Y)(±P±Q)+(1/±Z)(±R±S)
$V= \frac{P}{Q} + R$	24	V= (±P/±Q)±R
$V= P + \frac{R+S}{Q}$	40	V= ±P+(1/±Q)(±R±S)
$V= P+ \frac{R+S+T+U+W+X}{Q}$	25	V= ±P+(1/IQ)(±R±S±T±U±W±X)
$V=\frac{P}{Q + R}$	48	V= ±P/(±Q±R)
$V= \frac{(P)(Q)}{R+S}$	50	V= (±P)(±Q)/(±R±S)
$V= \frac{P+Q+R}{S+T+U}$	26	V= (±P)(±Q)(±R)/(±S±T±U)

NOTATION USUELLE	NUMERO DU TYPE	NOTATION DYNAMO
Fonctions Spéciales		
V= P e^{Q} (exponentielle) (Q doit être < 88)	28	V= (±P)EXP(±Q)
V=P In Q (logarithme) (±Q doit être > 0)	29	V= (±P)LOGN(±Q)
V= P$\sqrt{Q}$ (racine carrée) (±Q doit être > 0)	30	V= (±P)SQRT(±Q)
V= P sin ($\frac{2\pi Q}{R}$) (I2π Q/RI doit être < 68,7.10^{9})	31	V= (±P)SIN((2PI)(±Q)/±R)
V= P cos ($\frac{2\pi Q}{R}$) (I2π Q/RIdoit être < 88,7.10^{9})	32	V= (±P)COS((2PI)(±Q)/±R)
Nombres aléatoires uniformément distribués entre $-\frac{P}{2}$ et + $\frac{P}{2}$	33	V= (P) NOISE
Nombres aléatoires normalement distribués (moyenne ±Q, écart-type R) et multipliés par P.	34	V= (±P)NORMRN(±Q,R)
Délai exponentiel du troisième ordre, de longueur C et d'imput P	39R	V= DELAY3 (±P,C)
Train d'impulsions de hauteur P et de largeur DT. La première impulsion apparaît à l'instant Q, et les suivantes à des intervalles R.	41 (AouR)	V= PULSE (±P,Q,R)
V= (valeur initiale si TIME < Q (P si TIME ⩾ Q	45 (AouR)	V= STEP (±P,Q)
V= (valeur initiale si TIME ⩽ Q (+TIME (valeur initiale+ $\sum$ P (DT) si TIME > Q Q+DT	47 (AouR)	V= RAMP (±P,Q)
V=P par échantillonnage à invalle égal à Q	43 (AouR)	V= SAMPLE (±P,Q)

NOTATION USUELLE	NUMERO DU TYPE	NOTATION DYNAMO
V= MAX (P,Q)	56	V= MAX ($\pm$ P,$\pm$Q)
V= MIN (P,Q)	54	V= MIN ($\pm$P,$\pm$Q)
V= (P si R $\geqslant$ S (Q si R $<$ S	51	V= CLIP ($\pm$P,$\pm$Q,$\pm$R,$\pm$S)
V= (P si R = 0 (Q si R $\neq$ 0	49	V= SWITCH ($\pm$P,$\pm$Q,R)
V= fonction de P donnée par une table définie par NOM	59	V= TABLE (NOM,P,$\pm N_1$,t_{N2}, N3)
V= fonction de P donnée par une table définie par son NOM. Si la plage de variation de P dépasse N1 et N2, les valeurs extrêmes de la table sont utilisées. N1=première valeur de P N2=dernière valeur de P N3=incrément de P	58	V= TABHL (NOM,P,$\pm$N1,$\pm$N2, N3)
V est une chronique à N périodes mise à jour cycliquement à intervalle P	35B	V= BOXCYC (N,P)
V est une chronique à N périodes mise à jour linéairement à intervalle P	37B	V= BOXLIN (N,P)
V est une chronique chargée initialement par le produit de P et Q	36N	V= BOXLOAD ($\pm$P,$\pm$Q)
V= $\sum_{i=1}^{N}$ Pi	53	V= SUM1 (N,P)
V= $\sum_{i=1}^{N}$ PiQi	55	V= SUM2 (N,P,Q)
V= $\sum_{i=1}^{N}$ PiQiRi	57	V= SUM3 (N,P,Q,R)

Chaque exploitation d'un modèle peut donner lieu à plusieurs simulations correspondant à des valeurs différentes de certaines constantes, sans nécessiter à chaque fois une nouvelle compilation du modèle. Cette possibilité permet, à l'aide de certaines relations algébriques (SWITCH et STEP en particulier), de simuler en cours de la même exploitation plusieurs hypothèses relatives à la nature des équations du modèle.

Une exploitation est caractérisée par les informations suivantes :

- valeur de l'intervalle de calcul DT.

- longueur de la simulation (exprimée dans la même unité que DT)

- intervalle de temps entre chaque tabulation (sous forme de tableaux ou de graphiques) des résultats.

- nom des variables dont les valeurs seront éditées en tableau (un tableau comporte 14 colonnes au maximum chaque colonne pouvant recevoir 10 variables au maximum).

- nom des variables dont les valeurs seront présentées en graphique (10 graphiques au maximum peuvent être édités, chacun d'eux pouvant représenter un nombre quelconque de variable).

Une exploitation se déroule en six phases :

1.- Phase d'entrée, au cours de laquelle les cartes décrivant le modèle sont lues et une partie des diagnostics de cohérence syntaxique et logique établis. Cette phase se traduit par la constitution en mémoire centrale de six tables :

    - une table des "Noms de quantité" qui regroupe le contenu des premiers membres des équations.

    - une table des "Equations" qui regroupe, pour chaque équation, le numéro du type, les noms de quantités contenus dans les seconds membres des équations et les adresses des zones où seront stockés leurs valeurs numériques en cours de calcul.

- une table des "valeurs numériques" qui regroupe les valeurs numériques figurant dans les équations dont les adresses sont reportées à leur place dans les deux tables précédentes.

- une table des "quantités à tabuler" qui regroupe les noms des variables dont les valeurs doivent être éditées en tableau, à leur place respective dans le tableau.

- une table des "Quantités à graphiquer" qui regroupe les noms des variables dont les valeurs doivent être éditées en graphiques.

- une table des "Quantités à stocker" qui regroupe les noms des variables figurant dans les deux tables précédentes.

2.- Phase de génération, au cours de laquelle les spécifications du modèle, contenues dans les tables ci-dessus, sont transformées en instructions de programme, et la seconde partie des diagnostics de cohérence du programme sont établis.

Cette phase consiste à rechercher dans le compilateur la liste d'instructions arithmétiques et logiques correspondant à chaque numéro de type d'équation, et à introduire, dans les parties "adresses" des instructions, les positions correspondantes de la Table "Equation" qui renvoient aux adresses des valeurs numériques sur lesquelles seront effectuées ces opérations.

3.- Phase de simulation, au cours de laquelle les calculs sont effectués dans l'ordre suivant :

a.- initialisations :

. remise à zéro du niveau TIME

. remise à zéro de toutes les quantités

. chargement des chroniques par leurs valeurs initiales

. calcul de toutes les quantités de type N.

b.- Calcul des variations des niveaux entre les instants J et K.

c.- Addition de ces variations aux valeurs des niveaux à l'instant J, ce qui donne les valeurs des niveaux à l'instant K.

d.- Addition de DT à TIME. J, ce qui donne TIME.K.

e.- Calcul des variables auxiliaires à l'instant K.

f.- Calcul des flux pour l'intervalle KL, et stockage de leurs valeurs dans une zone distincte de celles de l'intervalle JK, afin de laisser ces dernières disponibles pour le calcul.

g.- Test sur TIME. K pour savoir si le calcul est parvenu à un instant d'édition. S'il en est ainsi, les trois opérations ci-après sont exécutées sinon, seule l'opération centrale est exécutée et le programme saute à l'étape (h).

- calcul des variables supplémentaires, en utilisant les valeurs des flux pendant l'intervalle JK.

- remplacement des valeurs des flux pendant l'intervalle JK par les valeurs correspondantes pendant l'intervalle KL.

- transfert sur bande magnétique des valeurs des quantités qui doivent être éditées.

h.- Test sur TIME. K pour savoir si la simulation est terminée. S'il en est ainsi, le programme saute à la phase d édition. Sinon, il poursuit par l'étape suivante.

i.- Vérification de chaque chronique pour définir si TIME. K correspond à un instant de mise à jour. Puis retour à l'étape (b).

4.- Phase d'édition des tableaux, au cours de laquelle des calculs d'échelle sont effectués pour présenter les valeurs numériques des résultats avec au maximum cinq chiffres significatifs, et la mise en page de ces résultats réalisée pour leur impression.

5.- Phase d'édition des graphiques, au cours de laquelle des opérations analogues aux précédentes sont effectuées pour l'impression des tableaux.

6.- Phase de réexploitation, au cours de laquelle des opérations analogues à celles de la phase d'entrée sont effectuées pour les quantités modifiées. Cette phase est alors suivie par la phase de simulation, la génération du programme ayant été réalisée une fois pour toutes avant la première simulation.

Pour illustrer cette description du compilateur DYNAMO, les pages suivantes présentent des reproductions d'états édités à partir du modèle de la Câblerie de Clichy.

Ces états montrent :

- quelques exemples de diagnostics d'erreurs détectées par DYNAMO lors de la première exploitation du modèle

- la liste des équations du modèle définitif ;

- les tableaux et graphiques d'une exploitation.

```
*     7436-GMO,DYN,RESULTS,2,5,0,0 MODELE PRODUCTION DISTRIBUTION                C 011463
                                                                                 D
SPEC  DT=0.2/LENGTH=50/PRTPER=2/PLTPER=1                                         E
PRINT 1)TOBUC/2)DIDSA,DIDAC/3)SEDSA,SEDAC/4)SEMSA,SEMAC/5)BEPSA,BEPAC            F
PRINT 6)PROFA,FABSA/7)STOCU,NITRE/8)PAGSA,PATSA,PROSA/9)SECSA,SECAC              G
PRINT 10)CUDSA,CUCSA/11)CUDAC,CUCAC                                              H
PLOT  TOBUC=T,FABSA=F,PROSA=P/STOCU=S/NITRE=N                                    I
                                                                                001
      SECTEUR MARCHE
                                                                                002
7A    TOBUC.K=BUCIN+TEST1.K          TOTAL BESOINS UTILISATEURS DE CABLES    1 003
C     BUCIN=600                      BESOINS UTILISATEURS DE CABLES INITIA     004
45A   TEST1.K=STEP(BEMAX,TOPBE)      INPUT EXOGENE (TEST DE LA DEMANDE)      2 005
C     BEMAX=700                      BESOINS MAXI UTILISATEURS DE CABLES       006
C     TOPBE=5                        DATE DU PREMIER INPUT EXOGENE             007
C     PACSA=0.30                     PART ABSOLUE DES CABLES SACM              008
7A    PIBSA.K=PACSA+ALEAS.K          PART INSTANTANEE DES BESOINS CBL SACM   3 009
33A   ALEAS.K=(DISPE)NOISE           ALEAS DE LA DEMANDE EN CABLES SACM     15 010
7A    PIBAC.K=1-PIBSA.K              PART INSTANTANEE DES BESOINS AUTRES C   4 011
C     PAMSA=0.04                     PART ABSOLUE DU MARCHE DE LA SACM         012
C     DISPE=0.03                     DISPERSION DE LA DEMANDE EN CBL SACM      013
12A   PIMSA.K=(PAMSA)(FADSA.K)       PART INST. SACM POUR SES PROPRES CBL    5 014
12A   PIMAC.K=(PAMSA)(FADAC.K)       PART INST. SACM POUR LES AUTRES CBL     6 015
                                                                              7 016
13R   CUDSA.KL=(TOBUC.JK)(PIBSA.K)(PIMSA.K)
                                     CDES UTILISATEURS AUX DEPOTS CBL SACM      017
                                                                              8 018
13R   CUDAC.KL=(TOBUC.JK)(PIBAC.K)(PIMAC.K)
                                     CDES UTILISATEURS AUX DEPOTS AUTRES C      019
                                     CDES UTILISATEURS AUX DEPOTS AUTRES C   9 020
7A    PICSA.K=1-PIMSA.K              PART INST. CONCURRENCE(CABLES SACM)     10 021
7A    PICAC.K=1-PIMAC.K              PART INST. CONCURRENCE(AUTRES CABLES)   11 022
58A   FADSA.K=TABHL(TADSA,DIDSA.K,-2,+2,1)
                                     FACTEUR ATTRACTIVITE DELAI CABLE SACM      023
                                     FACTEUR ATTRACTIVITE DELAI CABLE SACM      024
C     TADSA*=2.0/1.5/1.0/0.5/0.0     TABLE D ATTRACTIVITE DELAI CABLE SACM   12 025
58A   FADAC.K=TABHL(TADAC,DIDAC.K,-2,+2,1)
                                     FACTEUR ATTRACTIVITE DELAI AUTRES CBL      026
                                     FACTEUR ATTRACTIVITE DELAI AUTRES CBL      027
C     TADAC*=2.0/1.5/1.0/0.5/0.0     TABLE D ATTRACTIVITE DELAI AUTRES CBL   13 028
7A    DIDSA.K=DEDSA.K-DECSA.K        DIFFERENCE DELAIS CABLES SACM           14 029
7A    DIDAC.K=DEDAC.K-DECAC.K        DIFFERENCE DELAIS AUTRES CABLES            030
                                                                                031
      SECTEUR DEPOTS SACM
                                                                                032
51A   CLISA.K=CLIP(CLUSA.JK,NEDSA.K,NEDSA.K,CLUSA.JK)                        17 033
1L    CIDSA.K=CIDSA.J+(DT)(CUDSA.JK-CLISA.JK)
                                     CDES EN INSTANCE DEPOTS POUR CBL SACM      034
                                     CDES LIVREES UTILISATEURS EN CBL SACM   18 035
20R   CLUSA.KL=CIDSA.K/DEDSA.K                                               19 036
1L    SEDSA.K=SEDSA.J+(DT)(ARDSA.JK-CLISA.J)
                                     STOCK EXISTANT EN DEPOT POUR CBL SACM      037
                                     DELAI DE LIVRAISON MINIMUM                 038
C     DELIM=0.1                      DELAI DE LIVRAISON REMANENT                039
C     DELIR=0.5                                                              220 040
44A   DRESA.K=(DELIR)(SIDSA.K)/SEDSA.K
                                     DELAI REMANENT POUR CABLES SACM            041
                                     DELAI LIVRAISON DEPOTS POUR CBL SACM    20 042
7A    DEDSA.K=DELIM+DRESA.K          ROTATION NORMALE STOCK DEPOTS              043
C     RONOD=6                        STOCK IDEAL DEPOTS EN CABLES SACM       21 044
12A   SIDSA.K=(RONOD)(MOVSA.K)                                                22 045
3L    MOVSA.K=MOVSA.J+(DT)(1/COLID)(CUDSA.JK-MOVSA.J)
                                     MOYENNE DES VENTES CABLES SACM             046
```

```
C     DASDE=4                                DELAI AJUSTEMENT STOCK DEPOTS                    047
25R   REDSA.KL=CUDSA.JK+(1/DASDE)(SIDSA.K-SEDSA.K+NECSA.K-NRESA.K+CIDSA.  23  048
X1    K-CINSA.K)                             REAPPROVISIONNEMENT DEPOT EN CABLE SA 23  048
7N    PAMAC=1-PAMSA                                                        145  049
C     DADEC=1.5                              DELAI ADMINISTRATIF DEPOT POUR CDES              050
C     DETRA=1.5                              DELAI TRANSPORT                                  051
C     DELAP=1.5                              DELAI ACHEMINEMENT POSTAL                        052
19A   NECSA.K=(MOVSA.K)(DADEC+DELAP+DOMSA.K+DETRA)                        24  053
                                             NIVEAU NORMAL EN-COURS POUR CBL SACM             054
9A    NRESA.K=CEMSA.K+CAPSA.K+CICSA.K+TRASA.K                             25  055
                                             NIVEAU REEL EN-COURS POUR CBL SACM               056
18A   CINSA.K=(MOVSA.K)(DELIM+DELIR) NB CDES EN INSTANCE NORMAL CBL SACM  26  057
1L    CEMSA.K=CEMSA.J+(DT)(REDSA.JK-CEXSA.JK)                             27  058
                                             CDES EN-COURS EMISSION POUR CBL SACM  28  059
39R   CEXSA.KL=DELAY3(REDSA.JK,DADEC) CDES EXPEDIEES POUR CABLES SACM                 060
1L    CAPSA.K=CAPSA.J+(DT)(CEXSA.JK-CRESA.JK)                             29  061
                                             CDES EN-COURS ACHEMINEMENT CBL SACM              062
39R   CRESA.KL=DELAY3(CEXSA.JK,DELAP) CDES RECUES POUR CABLES SACM        30  063
1L    TRASA.K=TRASA.J+(DT)(AEMSA.JK-ARDSA.JK)                             31  064
                                             TRANSIT VERS DEPOTS POUR CABLES SACM             065
39R   ARDSA.KL=DELAY3(AEMSA.JK,DETRA) APPRO RECUS PAR DEPOTS EN CBL SACM  32  066
1L    CIDAC.K=CIDAC.J+(DT)(CUDAC.JK-CLIAC.JK)                             33  067
                                             CDES EN INSTANCE DEPOTS POUR AUTRES C            068
20R   CLUAC.KL=CIDAC.K/DEDAC.K               CDES LIVREES UTILISATEURS EN AUTRES C OJ  069
1L    SEDAC.K=SEDAC.J+(DT)(ARDAC.JK-CLIAC.J)                              35  070
                                             STOCK EXISTANT EN DEPOT POUR AUTRES C            071
7A    DEDAC.K=DELIM+DREAC.K                  DELAI LIVRAISON DEPOT POUR AUTRES CBL 36  072
44A   DREAC.K=(DELIR)(SIDAC.K)/SEDAC.K DELAI REMANENT POUR AUTRES CABLES236  073
12A   SIDAC.K=(RONOD)(MOVAC.K)               STOCK IDEAL DEPOTS EN AUTRES CABLES   37  074
C     COLID=12                               CTE LISSAGE EXPONENTIEL POUR DEPOTS              075
3L    MOVAC.K=MOVAC.J+(DT)(1/COLID)(CUDAC.JK-MOVAC.J)                     38  076
                                             MOYENNE DES VENTES AUTRES CABLES                 077
25R   REDAC.KL=CUDAC.JK+(1/DASDE)(SIDAC.K-SEDAC.K+NECAC.K-RECAC.K+CIDAC.  39  078
X1    K-CINAC.K)                             REAPPROVISIONNEMENT DEPOT EN AUTRES C 39  078
7N    PACAC=1-PACSA                                                        38  079
19A   NECAC.K=(MOVAC.K)(DADEC+DELAP+DOMAC.K+DETRA)                        40  080
                                             NIVEAU NORMAL EN COURS POUR AUTRES C              081
9A    RECAC.K=CEMAC.K+CAPAC.K+CIDAC.K+ACTRA.K                             41  082
                                             NIVEAU REEL EN-COURS POUR AUTRES CBL              083
18A   CINAC.K=(MOVAC.K)(DELIM+DELIR) NB CDES EN INSTANCE NORMAL AUTRES C   42  084
1L    CEMAC.K=CEMAC.J+(DT)(REDAC.JK-CEXAC.JK)                             43  085
                                             CDES EN-COURS EMISSION POUR AUTRES C              086
39R   CEXAC.KL=DELAY3(REDAC.JK,DADEC) CDES EXPEDIEES POUR AUTRES CABLES   44  087
1L    ACTRA.K=ACTRA.J+(DT)(AEMAC.JK-ARDAC.JK)                             45  088
                                             AUTRES CABLES EN TRANSIT VERS DEPOT              089
39R   ARDAC.KL=DELAY3(AEMAC.JK,DETRA) APPRO RECUS PAR DEPOT POUR AUTRE C   46  090
1L    CAPAC.K=CAPAC.J+(DT)(CEXAC.JK-CREAC.JK)                             47  091
                                             CDES EN-COURS ACHEMINEMENT AUTRES CBL            092
39R   CREAC.KL=DELAY3(CEXAC.JK,DELAP) CDES RECUES POUR AUTRES CABLES      48  093
7A    RASSA.K=SIDSA.K-SEDSA.K                REAPPRO POUR AJUSTEMENT STOCK CB SACM 49  094
7A    RASAC.K=SIDAC.K-SEDAC.K                REAPPRO POUR AJUSTEMENT STOCK AUTRE C 53  095
1L    BLADA.K=BLADA.J+(DT)(BLEDA.JK-BLECA.JK)                                  096
                                             BON LIVRAISON EN-COURS ACHEMINEMENT  116  097
39R   BLECA.KL=DELAY3(BLEDA.JK,DELAP) BON LIVRAISON ENREGISTRE SCE COMAL117  098
20R   BLEDA.KL=BLIDA.K/DADEC                 BON LIVRAISON EXPEDIE PAR DEPOT SACM 118  099
1L    BLIDA.K=BLIDA.J+(DT)(CLUDA.JK-BLEDA.JK)                                  100
                                             BON LIVRAISON INSTANCE AU DEPOT SACM 119  101
7R    CLUDA.KL=CLISA.K+CLIAC.K                                                 102
```

```
      SECTEUR SIEGE SOCIAL (TRAITEMENT COMMANDES)                                  104

51A   CLIAC.K=CLIP(CLUAC.JK,NEDAC.K,NEDAC.K,CLUAC.JK)                              103
20A   NEDSA.K=SEDSA.K/DT                                                          105
1L    CISSA.K=CISSA.J+(DT)(CRESA.JK-CACSA.JK)                          50        106
                                 CDES EN INSTANCE SCE COM.AL CBL SACM            107
20R   CACSA.KL=CISSA.K/DASSA.K   CDES ACCEPTEES AU SCE COM.AL CBL SACM 51        108
7A    DASSA.K=DAMIS+DRESA.K      DELAI ACCEPTATION SCE COM.AL CBL SACM 52        109
C     DAMIS=0.2                  DELAI ACCEPTATION MINI PAR SCE COM.AL           110
1L    CISAC.K=CISAC.J+(DT)(CREAC.JK-CACAC.JK)                          54        111
                                 CDES EN INSTANCE SCE COM.AL AUTRES C            112
20R   CACAC.KL=CISAC.K/DACAC.K   CDES ACCEPTEES AU SCE COM.AL AUTRES C 55        113
7A    DACAC.K=DAMIS+DREAC.K      DELAI ACCEPTATION SCE COM.AL AUTRES C 56        114
20A   NEDAC.K=SEDAC.K/DT                                                         115

      SECTEUR MAGASIN CENTRAL                                                    116

51A   EMCSA.K=CLIP(AEMSA.JK,NEMSA.K,NEMSA.K,AEMSA.JK)                            117
1L    CIMSA.K=CIMSA.J+(DT)(CACSA.JK-EMCSA.JK)                          57        118
                                 CDES EN INSTANCE MAG CENTRAL CBL SACM           119
20R   AEMSA.KL=CIMSA.K/DOMSA.K   APPRO EXPEDIE DU MAG CENTRAL CBL SACM 58        120
C     DOMIM=1                    DELAI MINI DU MAG. CENTRAL CABLE SACM           121
C     DOREM=0.5                  DELAI REMANENT DU MAG CENTRAL CB SACM           122
44A   DORSA.K=(DOREM)(SIMSA.K)/SEMSA.K DELAI REMANENT DU MC POUR CB SACM258      123
7A    DOMSA.K=DOMIM+DORSA.K      DELAI OBTENTIOM DU MC POUR CABLE SACM 59        124
1L    SEMSA.K=SEMSA.J+(DT)(ARMSA.JK-EMCSA.J)                           60        125
                                 STOCK EXISTANT AU MAG CENTRAL CB SACM           126
12A   SIMSA.K=(RONOM)(MORSA.K)   STOCK IDEAL AU MAG CENTRAL CABLE SACM 61        127
C     RONOM=4                    ROTATION NORMALE STOCK AU MAG CENTRAL           128
C     COLIM=12                   CONSTANTE DE LISSAGE EXPONENTIEL MC             129
3L    MORSA.K=MORSA.J+(DT)(1/COLIM)(CACSA.JK-MORSA.J)                  62        130
                                 MOYENNE REAPPROVISIONNEMENT CBL SACM            131
C     DASMA=6                                                                    132
40A   RIMSA.K=CACSA.JK+(1/DASMA)(SIMSA.K-SEMSA.K)                      63        133
                                 REAPPRO IDEAL DU MAG CENTRAL CBL SACM           134
1L    CIMAC.K=CIMAC.J+(DT)(CACAC.JK-EMCAC.JK)                          64        135
                                 CDE EN INSTANCE MAG CENTRAL CBL SACM            136
20R   AEMAC.KL=CIMAC.K/DOMAC.K   APPRO EXPEDIE DU MAG CENTRAL AUTRES C 65        137
44A   DORAC.K=(DOREM)(SIMAC.K)/SEMAC.K DELAI REMANENT DU MC POUR AUTRE C265      138
7A    DOMAC.K=DOMIM+DORAC.K      DELAI OBTENTION DU MC POUR AUTRES CBL 66        139
1L    SEMAC.K=SEMAC.J+(DT)(ARMAC.JK-EMCAC.J)                           67        140
                                 STOCK EXISTANT AU MAG CENTRAL AUTRE C           141
12A   SIMAC.K=(RONOM)(MORAC.K)   STOCK IDEAL AU MAG CENTRAL AUTRES CBL 68        142
3L    MORAC.K=MORAC.J+(DT)(1/COLIM)(CACAC.JK-MORAC.J)                  69        143
                                 MOYENNE REAPPROVISIONNEMENT AUTRES C            144
1L    ARPAC.K=ARPAC.J+(DT)(BEPAC.J-ARMAC.JK)                          155        145
                                 APPRO A RENOUV SUR PROGRAM AUTRES CBL           146
20R   ARMAC.KL=ARPAC.K/DELIC.K   APPRO RECUS AU MAG CENTRAL AUTRES CBL151        147
51A   EMCAC.K=CLIP(AEMAC.JK,NEMAC.K,NEMAC.K,AEMAC.JK)                            148
```

```
      SECTEUR SIEGE SOCIAL (PREPARATION PROGRAMME)                          149

20A   NEMSA.K=SEMSA.K/DT                                                    150
49A   BEPAC.K=SWITCH(DESAC.K,MORAC.K,PODES.K)                          70  151
                                BESOINS EXPRIMES AU PROGRAMME AUTRE C       152
C     CODES=2                   COEFFICIENT DECISION STRATEGIQUE          153
12A   DESAC.K=(CODES)(MORAC.K)  DECISION REAPPRO STRATEGIQUE AUTRES C 71  154
C     MODES=1000                MOMENT DE DECISION STRATEGIQUE            155
7A    PODES.K=MODES-TIME.K      POINT DE DECISION STRATEGIQUE         72  156
C     PRIAC=12                  PRIX DE CESSION AUTRES CABLES             157
12A   VAPAC.K=(PRIAC)(BEPAC.K)  VALEUR PROGRAMME REAPPRO AUTRES CABLE 73  158
C     PRISA=11                  PRIX DE CESSION CABLES SACM               159
12A   VAPSA.K=(PRISA)(MORSA.K)  VALEUR PROGRAMME REAPPRO CABLES SACM  74  160
7A    BEPSA.K=VAPAC.K+VAPSA.K   BESOINS EXPRIMES AU PROGRAMME CB SACM 75  161
20A   NEMAC.K=SEMAC.K/DT                                                  162

      SECTEUR USINE SACM                                                    163

                                                                          164
20R   PROFA.KL=PROSA.K/PRISA    PROGRAMME DE FABRICATION              76  165
C     COLIP=24                  CONSTANTE DE LISSAGE PROGRAMMES           166
3L    MOPSA.K=MOPSA.J+(DT)(1/COLIP)(PROFA.JK-MOPSA.J)                 77  167
                                MOYENNE DES PROGRAMMES CABLES SACM        168
7A    AEPSA.K=PROFA.JK-FABSA.K  APPRO A EXPEDIER SUR PROGRAMME C SACM 78  169
C     PEPRO=4                   PERIODICITE REUNIONS PROGRAMME            170
44R   FABSA.KL=(PEPRO)(MOPSA.K)/DEFAB.K      FABRICATION CABLES SACM   79  171
12A   DEFAB.K=(DENOR.K)(FACHA.K)             DELAIS REELS FABRICATION  80  172
58A   DENOR.K=TABHL(TAVAF,VAFSA.K,0.3,0.6,0.1) DELAI NORMAL FABRICATION 81  173
C     TAVAF*=4/5/6/7                         TABLE DELAIS FABRICATION      174
7A    VAFSA.K=VAFIN+TEST2.K     VALEUR AJOUTEE EN FABRICATION CB SACM 82  175
C     VAFIN=0.5                 VALEUR AJOUTEE EN FABRICATION INITIAL     176
45A   TEST2.K=STEP(VAMAX,TOPVA) INPUT EXOGENE (TEST DE VALEUR AJOUTEE282  177
C     VAMAX=0.6                 VALEUR AJOUTEE EN FABRICATION MAXIMUM     178
C     TOPVA=20                  DATE DE TEST2                             179
58A   FACHA.K=TABHL(TACHA,COSPE.K,10,100,10)   FACTEUR DE CHARGE       83  180
C     TACHA*=0.50/0.75/1.00/1.25/1.50/1.75/2.00/2.25/2.50/3.00              181
7A    COSPE.K=COSIN+TEST3       COMMANDES SPECIALES                   84  182
C     COSIN=30                  COMMANDES SPECIALES INITIALES             183
45A   TEST3.K=STEP(COMAX,TOPCO) INPUT EXOGENE (TEST DE CHARGE USINE) 284  184
C     COMAX=60                  COMMANDES SPECIALES MAXIMUM               185
C     TOPCO=1000                DATE DE TEST3                             186
7R    ARMSA.KL=FABSA.JK-AECSA.JK APPRO RECUS AU MAGASIN CENTRAL C SACM 85  187
54R   AECSA.KL=MIN(BEPSA.K,DICSA.K) APPRO EXPEDIES A CONCURRENCE CB SACM 86  188
51A   DICSA.K=CLIP(0,DIVAL.K,RIMSA.JK,FABSA.JK)                       87  189
                                DISPONIBILITES EN CABLES SACM             190
7A    DIVAL.K=FABSA.JK-RIMSA.JK DISPONIBILITES (VALEUR ALGEBRIQUE)    88  191
1L    STOCU.K=STOCU.J+(DT)(APPRO.JK-FABSA.JK)                         89  192
                                      STOCK DE CUIVRE                     193
C     NIMIC=4                         NIVEAU MINIMUM DU STOCK DE CUIVRE   194
18A   STOMI.K=(NIMIC)(MORSA.K+COSPE.K) STOCK MINIMUM DE CUIVRE        90  195
C     DASTO=3                         DELAI REAPPRO DU STOCK DE CUIVRE    196
40A   BETEC.K=FABSA.JK+(1/DASTO)(STOMI.K-STOCU.K)                    91  197
                                      BESOINS TECHNOLOGIQUES DE CUIVRE    198
58A   AGIRM.K=TABHL(TAGIR,COMAR.K,10,50,10)                           92  199
```

```
C     TAGIR*=0/0/20/40/40                    APPROVISIONNEMENT AUPRES DU GIRM          200
                                             TABLE APPROVISIONNEMENT AU GIRM           201
8A    AMARC.K=BETEC.K-AGIRM.K+ASPEC.K        APPROVISIONNEMENT PAR LE MARCHE    93     202
51A   ASPEC.K=CLIP(0,PAMCU.K,COMAR.K,CONOC.K)                                   94     203
                                             APPROVISIONNEMENT SPECULATIF              204
20A   PAMCU.K=NITRE.K/COMAR.K                POSSIBILITE APPRO PAR MARCHE CUIV 95      205
7R    APPRO.KL=AGIRM.K+AMARC.K               APPROVISIONNEMENT TOTAL EN CUIVRE 96      206
8A    COMAR.K=COMIN+FLUCO.K+TEST4.K          COURS DU MARCHE DU CUIVRE         97      207
C     COMIN=2                                COURS DU MARCHE DU CUIVRE INITIAL         208
45A   TEST4.K=STEP(CUMAX,TOPMA)        INPUT EXOGENE (TEST COURS DU CUIVRE) 297      209
C     CUMAX=6                          COURS MAXIMUM                                 210
C     TOPMA=1000                       DATE DE TEST4                                 211
C     COMOC=3                          COURS MOYEN                                   212
7A    CONOC.K=COMOC+FLUCO.K            COURS NORMAL DU CUIVRE                98      213
33A   FLUCO.K=(RANGE)NOISE             FLUCTUATIONS DES COURS DU CUIVRE      298     214
C     RANGE=2                          DISPERSION DES COURS DU CUIVRE                215
                                                                                     216

      SECTEUR SIEGE SOCIAL (DIRECTION FINANCIERE)                                    217

                                                                                     218
1L    NITRE.K=NITRE.J+(DT)(TOTEN.JK-TOTDE.JK)      NIVEAU DE LA TRESORERIE 99      219
C     NITRI=3000                                   NIVEAU TRESORERIE INIT.         220
9R    TOTDE.KL=COUFA.K+VAREC.K+COUAP.K+COUST       TOTAL DECAISSEMENTS     100     221
12A   VAREC.K=(PRIAC)(RECOS.JK)                    VALEUR REGLEMENTS A LA  102     222
                                                   CONCURRENCE                       223
13A   COUFA.K=(VAFSA.K)(FABSA.JK)(PRISA)           COUTS DE FABRICATION    101     224
C     COUST=100                                    COUTS DE STRUCTURE              225
15A   COUAP.K=(AGIRM.K)(CONOC.K)+(AMARC.K)(COMAR.K)                          105     226
                                                   COUTS APPRO. CUIVRE             227
20R   RECOS.KL=FARES.K/DEPES           REGLEMENTS A CONCURRENCE PAR SACM     103     228
C     DEPES=4                          DELAI DE PAIEMENT DE LA SACM                  229
1L    FARES.K=FARES.J+(DT)(ARMAC.JK-RECOS.JK)                                        230
                                       FACTURES EN ATTENTE REGLEMENT A SACM  104     231
7R    TOTEN.KL=RECSA.JK+FRUSA.JK                   TOTAL ENCAISSEMENTS     106     232
C     DEPEC=4                          DELAI DE PAIEMENT DE LA CONCURRENCE           233
20R   RECSA.KL=FAREC.K/DEPEC           REGLEMENTS DE LA CONCURRENCE A SACM   107     234
1L    FAREC.K=FAREC.J+(DT)(FECAC.JK-RECSA.JK)                                108     235
                                       FACTURES EN ATTENTE REGLEMENT A CONC.         236
C     DADCO=0.5                        DELAI ADMINISTRATIF SCE COMMERCIAL            237
20R   FECAC.KL=FICAC.K/DADCO           FACTURES EXPEDIEES PAR SCE COMMERCIAL         238
                                       POUR LES ACHATS DE LA CONCURRENCE     109     239
1L    FICAC.K=FICAC.J+(DT)(VECSA.JK-FECAC.JK)                                110     240
                                     FACTURES EN INSTANCE SCE COMMERCIAL             241
                                     POUR LES ACHATS DE LA CONCURRENCE               242
12R   VECSA.KL=(PRISA)(AECSA.JK)     VALEUR EXPEDITIONS A CONCURRENCE SACM111       243
C     DEMRU=2                        DELAI MOYEN REGLEMENT PAR UTILISATEUR           244
20R   FRUSA.KL=FIRSA.K/DEMRU         FACTURES REGLEES PAR UTILISATEUR A SA112       245
1L    FIRSA.K=FIRSA.J+(DT)(FESCO.JK-FRUSA.JK)                                113     246
                                     FACTURES EN INSTANCE REGLEMENT A SACM           247
C     PRIVU=16                       PRIX DE VENTE AUX UTILISATEURS                  248
44R   FESCO.KL=(BLICA.K)(PRIVU)/DADCO                                        114     249
                                     FACTURES EXPEDIEES PAR SCE COMMERCIAL           250
1L    BLICA.K=BLICA.J+(DT)(BLECA.JK-FESCO.JK)                                        251
                                     BONS LIVRAISONS EN INSTANCE AU SCE              252
                                     COMMERCIAL SACM                                 253
                                                                                     254
```

```
      SECTEUR COMMISSION DES PROGRAMMES                                    255

                                                                           256
7A    CAGSA.K=VACSA.K+VAPSA.K       COMMANDES ATTRIBUEES PAR GRILLE A SA 121 257
43R   PAGSA.KL=SAMPLE(CAGSA.K,PEPRO) PROGRAMME ATTRIBUE PAR GRILLE A SA 122 258
40A   CATSA.K=BEPSA.K+(1/PEPRO)*(DEPSA.K+SOLSA.K)                          259
                                    COMMANDES ATTRIBUEES THEORIQUEMENT SA123 260
43R   PATSA.KL=SAMPLE(CATSA.K,PEPRO) PROGRAMME ATTRIBUE THEORIQUEMENT SA124 261
1L    DEPSA.K=DEPSA.J+(DT)*(PATSA.JK-PAGSA.JK)                       125   262
                                    DESEQUILIBRE SUR PROGRAMME DE LA SACM  263
C     DEPSI=0                       DESEQUILIBRE PROGRAMME SACM INITIAL    264
1L    SOLSA.K=SOLSA.J+(DT)*(LIRSA.JK-LIFSA.JK)                       126   265
                                    SOLDE DES LIVRAISONS DE LA SACM        266
C     SOLSI=0                       SOLDE DES LIVRAISONS SACM INITIAL      267
C     COBUT=0.15                    CONSTANTE DE BUTOIR                    268
12A   BUTSA.K=(BEPSA.K)*(COBUT)     BUTOIR SACM                    127   269
7A    PROSA.K=PAGSA.JK+AJPSA.K      PROGRAMME ATTRIBUE A LA SACM   128   270
12R   LIRSA.KL=(PRIAC)*(ARPAC.K)    LIVRAISONS A RECEVOIR PAR LA SACM 129 271
12R   LIFSA.KL=(PRISA)*(AEPSA.K)    LIVRAISONS A FAIRE PAR LA SACM 130   272
56A   APPSA.K=MAX(BUTSA.K,DEPSA.K) AJUSTEMENT POSSIBLE SUR PROGRAMME SA 208 273
43A   AJPSA.K=SAMPLE(APPSA.K,PEPRO) AJUSTEMENT DU PROGRAMME DE LA SACM 209 274
                                                                           275
      SECTEUR CONCURRENCE                                                  276

51A   LICSA.K=CLIP(LUCSA.JK,NEGSA.K,NEGSA.K,LUCSA.JK)                      277
56R   ARCAC.KL=MAX(AICAC.K,0)       APPRO. RECUS PAR CONCURRENCE AUTRES C210 278
21A   AICAC.K=(1/DASCO)*(SECAC.K-SICAC.K)                                  279
                                    APPRO. IDEAL DE CONCURRENCE AUTRES C 211 280
C     DASCO=4                       DELAI AJUSTEMENT STOCK DE CONCURRENCE  281
13R   CUCAC.KL=(TOBUC.K)*(PICAC.K)*(PIBAC.K)                        131   282
                                    CDES UTILISATEURS A CONCURRENCE AUT C  283
13R   CUCSA.KL=(TOBUC.K)*(PICSA.K)*(PIBSA.K)                        132   284
                                    CDES UTILISATEURS A CONCURRENCE CB SA  285
1L    CICSA.K=CICSA.J+(DT)*(CUCSA.JK-LICSA.JK)                       133   286
                                    CDES EN INSTANCE A CONCURRENCE CB SA   287
1L    CICAC.K=CICAC.J+(DT)*(CUCAC.JK-LICAC.JK)                       139   288
                                    CDES EN INSTANCE A CONCURRENCE AUTR C  289
20R   LUCSA.KL=CICSA.K/DECSA.K      LIVRAISONS UTILISATEURS PAR CONC C SA135 290
20R   LUCAC.KL=CICAC.K/DECAC.K      LIVRAISONS UTILISATEURS PAR CONC A C 136 291
C     DEMIC=0.1                     DELAI MINIMUM DE LA CONCURRENCE        292
C     DEREC=0.5                     DELAI REMANENT DE LA CONCURRENCE       293
7A    DECSA.K=DEMIC+DERSA.K         DELAI CONCURRENCE POUR CABLES SACM 137 294
44A   DERSA.K=(DEREC)*(SICSA.K)/SECSA.K                              237   295
                                    DELAI REMANENT POUR CABLES SACM        296
44A   DERAC.K=(DEREC)*(SICAC.K)/SECAC.K                              238   297
                                    DELAI REMANENT POUR AUTRES CABLES      298
7A    DECAC.K=DEMIC+DERAC.K         DELAI CONCURRENCE POUR AUTRES CABLES 138 299
1L    SECSA.K=SECSA.J+(DT)*(ARCSA.JK-LICSA.J)                        139   300
                                    STOCK EXISTANT A CONCURRENCE CBL SACM  301
1L    SECAC.K=SECAC.J+(DT)*(ARCAC.JK-LICAC.J)                        140   302
                                    STOCK EXISTANT A CONCURRENCE AUTRES C  303
39R   ARCSA.KL=DELAY3(AECSA.JK,DETRA)                                141   304
                                    APPRO RECU PAR CONCURRENCE CBL SACM    305
1L    ATCSA.K=ATCSA.J+(DT)*(AECSA.JK-ARCSA.JK)                       142   306
```

```
                                    APPRO EN TRANSIT CONCURRENCE CBL SACM      307
C       RONOC=4                     ROTATION NORMALE STOCK CONCURRENCE         308
12A     SICSA.K=(RONOC)(MOCSA.K)    STOCK IDEAL CONCURRENCE CABLES SACM  143   309
12A     SICAC.K=(RONOC)(MOCAC.K)    STOCK IDEAL CONCURRENCE AUTRES CABLES144   310
C       COLIC=12                    CONSTANTE LISSAGE CONCURRENCE              311
3L      MOCSA.K=MOCSA.J+(DT)(1/COLIC)(CUCSA.JK-MOCSA.J)                  145   312
                                    MOYENNE VENTE CONCURRENCE CABLES SACM      313
3L      MOCAC.K=MOCAC.J+(DT)(1/COLIC)(CUCAC.JK-MOCAC.J)                  146   314
                                    MOYENNE VENTE CONCURRENCE AUTRES CBL       315
C       CODEC=2                     COEFFICIENT DECISION CONCURRENCE           316
12A     DACSA.K=(CODEC)(MOCSA.K)    DECISION APPRO CONCURRENCE CABLES SAC147   317
49A     BECSA.K=SWITCH(DACSA.K,MOCSA.K,PODEC.K)                              318
                                    BESOINS EXPRIMES CONCURRENCE CBL SACM148   319
C       MODEC=1000                  MOMENT DECISION CONCURRENCE                320
7A      PODEC.K=MODEC-TIME.K        POINT DECISION CONCURRENCE           149   321
12A     VACSA.K=(PRISA)(BECSA.K)    VALEUR BESOINS CONCURRENCE CABLES SAC150   322
49A     DELIC.K=SWITCH(RELIC.K,DEFAC.K,PORUC.K)                          151   323
                                    DELAI LIVRAISON CONCURRENCE                324
C       MORUC=1000                  MOMENT RUPTURE STOCK CONCURRENCE           325
7A      PORUC.K=MORUC-TIME.K        POINT RUPTURE STOCK CONCURRENCE      153   326
C       RERUC=6                     RETARD DE RUPTURE CONCURRENCE              327
7A      RELIC.K=DEFAC.K+RERUC       RETARD DE LIVRAISON CONCURRENCE      154   328
C       DENOC=4                     DELAI NORMAL CONCURRENCE                   329
C       NINOC=576                   NIVEAU NORMAL VENTES CONCURRENCE           330
44A     DEFAC.K=(DENOC)(MOCAC.K)/NINOC  DELAI FABRICATION CONCURRENCE  156   331
51A     LICAC.K=CLIP(LUCAC.JK,NEGAC.K,NEGAC.K,LUCAC.JK)                      332
20A     NEGSA.K=SECSA.K/DT                                                   333
20A     NEGAC.K=SECAC.K/DT                                                   334

        INITIALISATIONS                                                      335

                                                                             336
13N     MOVSA=(TOBUC)(PAMSA)(PACSA)                                  22      337
18N     CIDSA=(MOVSA)(DELIM+DELIR)                                   17      338
12N     SEDSA=(MOVSA)(RONOD)                                         19      339
12N     CEMSA=(MOVSA)(DADEC)                                         27      340
6N      REDSA=MOVSA                                                  23      341
12N     CAPSA=(MOVSA)(DELAP)                                         29      342
12N     TRASA=(MOVSA)(DETRA)                                         31      343
6N      AEMSA=MOVSA                                                  58      344
13N     MOVAC=(TOBUC)(PAMSA)(PACAC)                                  38      345
18N     CIDAC=(MOVAC)(DELIM+DELIR)                                   33      346
12N     SEDAC=(MOVAC)(RONOD)                                         35      347
12N     CEMAC=(MOVAC)(DADEC)                                         43      348
6N      REDAC=MOVAC                                                  39      349
12N     ACTRA=(MOVAC)(DETRA)                                         45      350
6N      AEMAC=MOVAC                                                  65      351
12N     CAPAC=(MOVAC)(DETRA)                                         47      352
12N     CISSA=(MOVSA)(DADCO)                                         50      353
12N     CISAC=(MOVAC)(DADCO)                                         54      354
18N     CIMSA=(MOVSA)(DOMIM+DOREM)                                   57      355
12N     SEMSA=(MOVSA)(RONOM)                                         60      356
6N      MORSA=MOVSA                                                  62      357
18N     CIMAC=(MOVAC)(DOMIM+DOREM)                                   64      358
12N     SEMAC=(MOVAC)(RONOM)                                         67      359
6N      MORAC=MOVAC                                                  69      360
6N      MOPSA=MOVSA                                                  77      361
```

```
12N   STOCU=(NIMIC)(MORSA)                                          89     362
6N    NITRE=NITRI                                                   99     363
12N   FARES=(MOVAC)(DEPES)                                         104     364
13N   FAREC=(ARCSA)(DEPEC)(PRISA)                                  108     365
13N   FICAC=(ARCSA)(DADCO)(PRISA)                                  110     366
12N   FIRSA=(BLECA)(PRIVU)                                         113     367
12N   BLICA=(BLECA)(DADCO)                                         115     368
12N   BLADA=(BLECA)(DELAP)                                         116     369
7N    BLEDA=MOVSA+MOVAC                                            118     370
21N   BLIDA=(1/DASDE)(MOVSA+MOVAC)                                 119     371
6N    CLUSA=MOVSA                                                   18     372
6N    CLUAC=MOVAC                                                   34     373
6N    DEPSA=DEPSI                                                  125     374
6N    SOLSA=SOLSI                                                  126     375
13N   MOCSA=(TOBUC)(PACSA)(PAMAC)                                  145     376
13N   MOCAC=(TOBUC)(PACAC)(PAMAC)                                  146     377
18N   CICSA=(MOCSA)(DEMIC+DEREC)                                   133     378
18N   CICAC=(MOCAC)(DEMIC+DEREC)                                   134     379
12N   SECSA=(MOCSA)(RONOC)                                         139     380
12N   SECAC=(MOCAC)(RONOC)                                         140     381
6N    AECSA=MOCSA                                                   86     382
12N   ATCSA=(MOCSA)(DETRA)                                         142     383
6N    ARPAC=MOVAC                                                  155     384
                                                                           385
                                                NOW I GO TO BED            386

N     EQUATION FOR CACSA,FABSA,PROFA,RECOS,PAGSA,LUCSA,LUCAC,CUDSA,CUDAC,FRUSA
N     EQUATION FOR RECSA,PIMSA,FADSA,DIDSA,DECSA,DERSA,TOBUC,TEST1,SICSA,DEDSA
N     EQUATION FOR DRESA,SIDSA,PIBSA,ALEAS,PIMAC,FADAC,DIDAC,DECAC,DERAC,SICAC
N     EQUATION FOR DEDAC,DREAC,SIDAC,PIBAC,DASSA,PROSA,AJPSA,APPSA,BUTSA,BEPSA
N     EQUATION FOR VAPSA,VAPAC,BEPAC,PODES,DESAC,CAGSA,VACSA,BECSA,PODEC,DACSA
N     EQUATION FOR DEFAB,FACHA,COSPE,TEST3,DENOR,VAFSA,TEST2
```

2.2.- Le Modèle de la Câblerie de Clichy

Quelques chiffres permettront tout d'abord de situer la taille de ce modèle et du juger des performances du compilateur DYNAMO : le modèle comporte 194 variables, 66 constantes, et 54 équations de valeurs initiales, soit 314 lignes d'instructions. Chaque exploitation pour un intervalle DT de 0,2 semaines et une durée de simulation de 52 semaines (soit 260 itérations de calcul) utilise environ 5 minutes de temps machine IBM 7094 (y compris la durée de compilation). La mise au point du modèle - qui s'est effectuée parallèlement à l'apprentissage du langage, et ne s'est donc pas déroulée dans les meilleures conditions - a réclamé moins de 100 minutes de temps machine.

Le modèle est organisé en neuf secteurs, que nous allons décrire successivement :

- secteur marché = il s'agit d'une description sommaire en 18 équations, du marché des câbles électriques rationalisés.

- secteur dépôts = il s'agit d'un modèle détaillé, très proche de celui décrit par le professeur FORRESTER dans "Industrial Dynamics" du système de distribution de la Câblerie de Clichy. Il comporte 46 équations et se dédouble en deux modèles symétriques : l'un pour les câbles fabriqués par la Câblerie de Clichy, l'autre pour les câbles fabriqués par les Câbleries concurrentes qui ont conclu avec elle des accords de rationalisation.

- secteur siège social (traitement des commandes) = il s'agit de la description en sept équations de la procédure de contrôle des stocks des dépôts par le siège social.

- secteur magasin central = il s'agit du modèle en 22 équations, des procédures de fonctionnement de la SODEDICA.

- secteur siège social (préparation du programme) = Ces quatre équations décrivent la procédure de préparation des propositions de programme au niveau de la Câblerie de Clichy.

- secteur usine SACM = il s'agit de la description en 33 équations du processus de production des câbles électriques rationalisés, et de réapprovisionnement en cuivre.

- secteur siège social (direction financière) = il s'agit du modèle, en 19 équations, de la gestion financière de la Câblerie de Clichy.

- secteur Commission des programmes = il s'agit du modèle, en 13 équations, du processus de marchandage au niveau de la commission décidant de la répartition des fabrications de câbles rationalisés entre les Câbleries adhérant à l'entente.

- secteur concurrence = il s'agit du modèle simplifié, en 33 équations, du système de production - distribution des Câbleries concurrentes, adhérant aux accords de rationalisation.

a.- Secteur Marché :

La première équation définit la demande globale du marché des câbles rationalisés comme la somme d'un terme constant et d'un terme variable, qui constitue le premier input exogène du modèle :

TOBUC.K = BUCIN + TEST 1.K (003)

TOBUC = TOtal Besoin Utilisateurs de Câbles (unités/semaine)

BUCIN = Besoins Utilisateurs de Câbles - valeur INitiale (unités/semaine)

TEST 1= TEST n° 1 (demande globale (unités/semaine).

La valeur de BUCIN a été déterminée par l'examen des statistiques de consommation de cuivre de la Câblerie de Clichy. Pour les câbles rationalisés, cette consommation s'établissait, entre le 1er Octobre 1964 et le 31 Mars 1965 (soit 25 semaines) à 750 tonnes de cuivre, soit 30 tonnes par semaine. La Câblerie de Clichy approvisionnant environ le vingtième du marché (entre 4 et 5 %), le marché total a été évalué à 30 x 20 = 600 tonnes/semaine.

L'unité de mesure choisie pour les câbles rationalisés étant la tonne de cuivre, on a finalement :

BUCIN = 600 (004)

Quant au test sur la demande, il a été limité, dans les exploitations qui ont été faites du modèle, à l'hypothèse d'un accroissement soudain de 10 % de la demande globale :

TEST 1.K = STEP (BEMAX, TOPBE) (005)

TEST 1 = TEST n° 1 (demande globale)

BEMAX = BEsoin MAXimal, fixé à 10 % de BUCIN, soit 60.

TOPBE = Date du premier input exogène.

L'équation suivante définit la proportion de la demande globale qui entre dans la gamme des câbles fabriqués par la Câblerie de Clichy comme la somme d'un terme constant et d'un terme variable, correspondant à une fluctuation aléatoire de cette proportion :

PIBSA.K = PACSA + ALEAS.K (009)

PIBSA = Part Instantanée des Besoins en câbles fabriqués par la SACM.

PACSA = Part Absolue de la gamme des Câbles de la SACM
Cette part a été évaluée à 30 % du marché, d'où PACSA = 0,30 et, pour les autres câbles = PACAC = 1-PACSA (Part Absolue des Autres Câbles).

ALEAS = ALEAS de la demande en câbles fabriqués par la SACM.
Cette fluctuation aléatoire a été considérée comme étant uniformément distribuée dans un intervalle de ± 10 % de PACSA :

ALEAS.K = (DISPE) NOISE (010)

où DISPE a pour valeur 10 % de PACSA, soit 0,03 ; et NOISE représente la distribution uniforme.

La proportion de la demande globale n'entrant pas dans la gamme des câbles fabriqués par la Câblerie de Clichy est alors définie par la relation évidente :

PIBAC.K = 1 - PIBSA.K (O11)

PIBAC = Part Instantanée des Besoins en Autres Câbles.

Les équations suivantes définissent la part instantanée du marché détenue par la Câblerie de Clichy comme le produit d'une constante égale à la valeur moyenne de cette part, par une fonction des écarts des délais de livraison entre la Câblerie de Clichy et ses concurrents :

PIMSA.K = (PAMSA)(FADSA.K) (O14)

PIMSA = Part instantanée du Marché de la SACM pour les câbles qu'elle fabrique.

PAMSA = Part Absolue du Marché de la SACM, évaluée à 4 % du marché. D'où :

PAMSA = 0,04 et, pour la concurrence :

PAMAC = 1-PAMSA (Part Absolue du Marché de la concurrence).

FADSA = Facteur d'Attractivité des Délais de la SACM pour les câbles qu'elle fabrique.

La fonction FADSA est définie par une table :

FADSA.K = TABHL (TADSA, DIDSA.K, -2,+2,1) (O22)

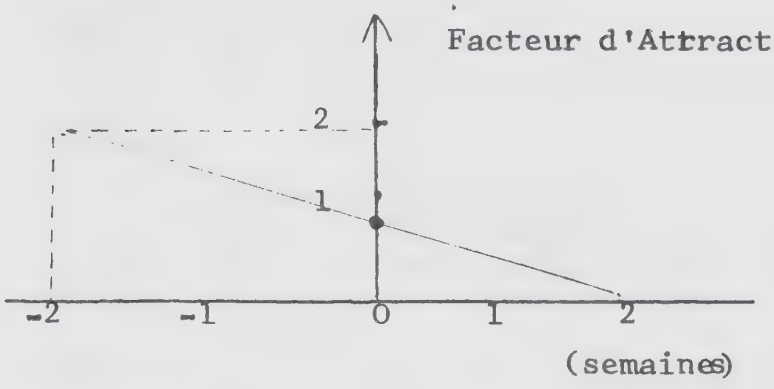
TADSA = Table d'Attractivité des Délais de la SACM pour les câbles qu'elle fabrique.

DIDSA = DIfférence des Délais de livraison pour les câbles fabriqués par la SACM.

Les valeurs de la table TADSA étant les suivantes :

TADSA = 2 / 1,5 / 1, / 0,5, / 0 (O24)

la fonction correspondante est définie par le graphe ci-dessous :



La Différence des Délais de livraisons est donnée par l'équation ci-dessous :

DIDSA.K = DEDSA.K - DECSA.K (028)

DIDSA = DIfférence des Délais de livraison pour les câbles fabriqués par la SACM.

DEDSA = DElai de livraison des Dépôts pour les câbles fabriqués par la SACM.

DACSA = DElai de livraison de la Concurrence pour les câbles fabriqués par la SACM.

Une série d'équations analogues définit la part instantanée du marché détenu par la Câblerie de Clichy pour les câbles fabriqués par ses concurrents :

PIMAC.K = (PAMSA)(FADAC.K) (015)

PIMAC = Part Instantanée du Marché de la SACM pour les Autres Câbles.

PAMSA = Part Absolue du Marché de la SACM.

FADAC = Facteur d'Attractivité des Délais pour les Autres Câbles.

avec :

FADAC.K = TABHL (TADAC, DIDAC.K,-2,+2,1 (025)

TADAC = TAble des Délais pour les Autres Câbles.

DIDAC = DIfférence des Délais pour les Autres Câbles

et enfin :

DIDAC.K = DEDAC.K - DECAC.K (029)

DEDAC = DElai de livraison des Dépôts pour les Autres Câbles.

DECAC = DElai de livraison de la Concurrence pour les Autres Câbles.

En fin de compte, la part instantanée totale du marché détenue par la Câblerie de Clichy est donnée par l'équation :

PIRSA.K = (PIRSA.K)(PIMSA.K)+(PIBAC.K)(PIMAC.K) (020)

PIRSA = Part Instantanée Réelle de la SACM.

PIBSA = Part Instantanée des Besoins en câbles fabriqués par la SACM.

PIMSA = Part Instantanée du Marché détenue par la SACM pour les câbles qu'elle fabrique.

PIBAC = Part Instantanée des Besoins en Autres Câbles.

PIMAC = Part Instantanée du Marché détenue par la SACM pour les Autres Câbles.

et, pour la concurrence :

PIRCO.K = 1-PIRSA.K

PIRCO = Part Instantanée Réelle de la Concurrence.

Les trois dernières équations de cette partie du modèle définissent les commandes passées par les utilisateurs à la Câblerie de Clichy et à ses Concurrents :

CUDSA.KL = (TOBUC.K)(PIBSA.K)(PIMSA.K) (016)

CUDSA = Commandes des Utilisateurs aux Dépôts pour des câbles fabriqués par la SACM.

TOBUC = TOtal des Besoins des Utilisateurs de Câbles.

PIBSA = Part Instantanée des Besoins en câbles fabriqués par la SACM.

PIMSA = Part Instantanée du Marché détenue par la SACM pour les câbles qu'elle fabrique.

et :

CUDAC.KL = (TOBUC.K)(PIBAC.K)(PIMAC.K) (019)

CUDAC = Commande des Utilisateurs aux Dépôts pour les Autres Câbles.

PIBAC = Part Instantanée des Besoins en Autres Câbles.

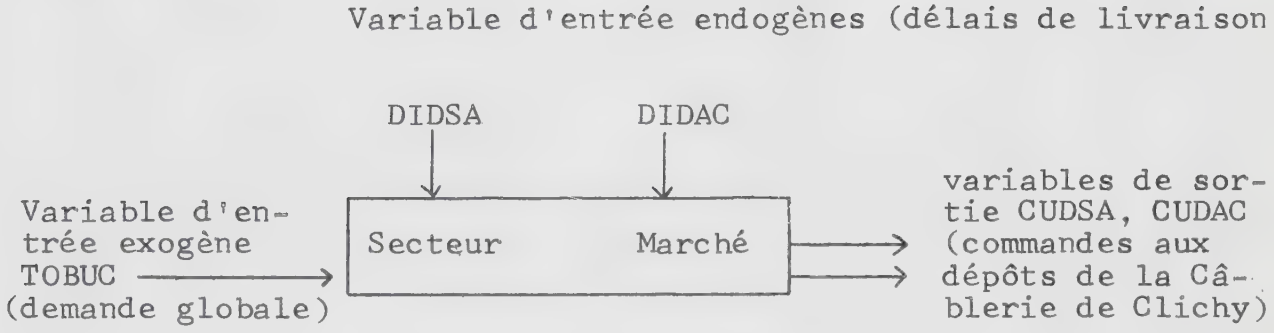
PIMAC = Part Instantanée du Marché détenue par la SACM pour les Autres Câbles.

et CUDCO.KL = (TOBUC.K)(PIRCO.K)

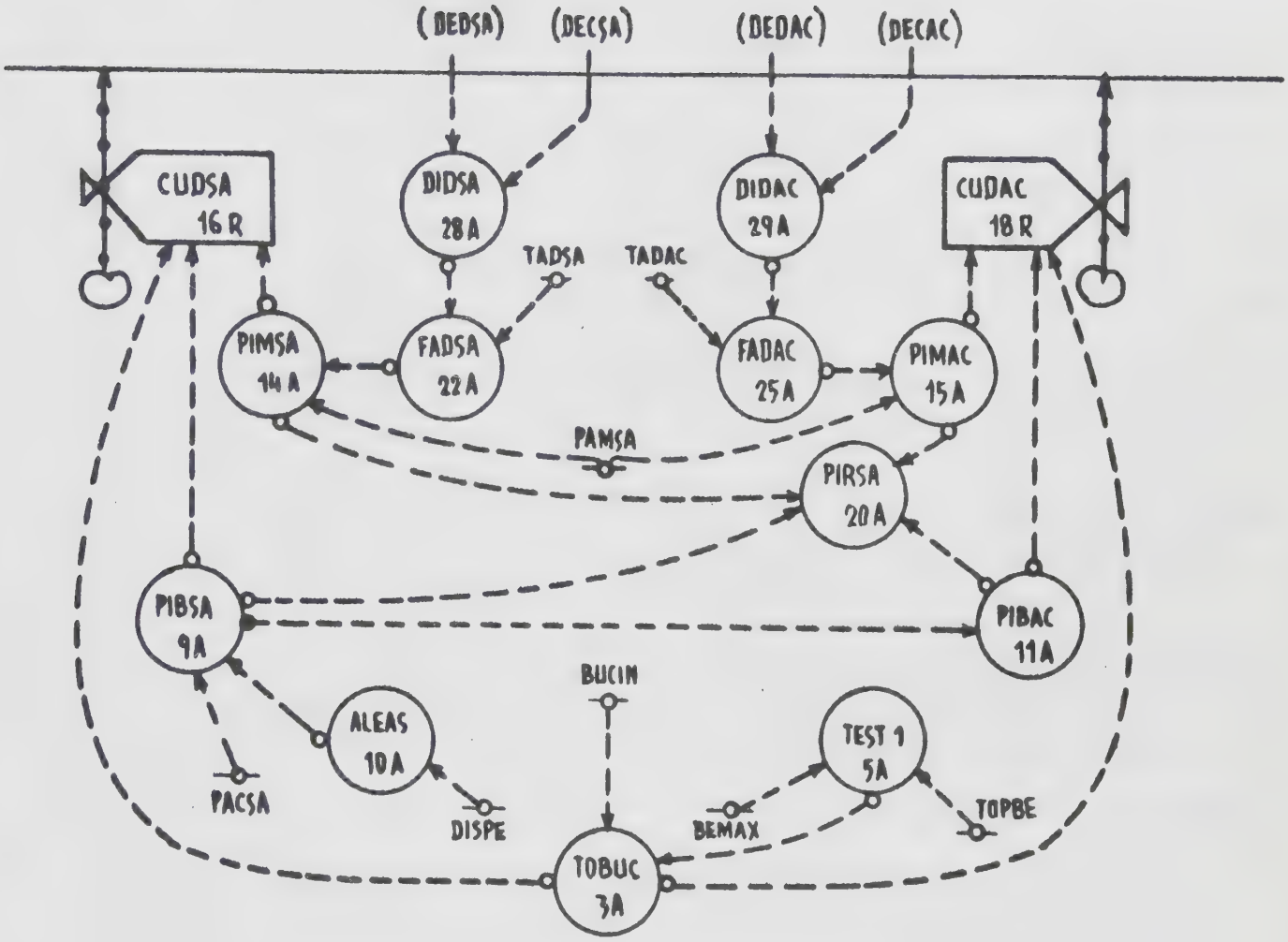
CUDCO = Commandes des Utilisateurs aux Dépôts Concurrents.

PIRCO = Part Instantanée Réelle de la Concurrence.

Le secteur que nous venons de présenter décrit ainsi, de façon assez rudimentaire, le comportement du marché vis-à-vis des distributeurs de câbles rationalisés. Il implique l'hypothèse, qui semble réaliste, que la demande globale de ce type de câble est totalement exogène au système de production-distribution, mais que la répartition de cette demande entre les câbleurs en présence sur le marché est fonction essentiellement des délais de livraison pratiqués par ces câbleries. Le schéma global de ce secteur est ainsi le suivant :



Le schéma détaillé du secteur marché figure page suivante.



SECTEUR MARCHÉ

b.- Secteur Dépôts

La description du circuit de distribution de la Câblerie de Clichy fait appel à des hypothèses analogues à celles introduites par J.W. FORRESTER pour la description du circuit de distribution de biens d'équipement ménager :

- les cadences de livraison sont fonction du volume de commandes enregistrées et des délais de livraison.

- Les délais de livraison sont fonction du rapport entre le stock global réel instantané et un stock global idéal, défini à partir d'un lissage des ventes sur une certaine période.

- Les cadences de réapprovisionnement sont calculées à partir du niveau du stock global réel et de celui du stock global idéal.

Ces hypothèses constituent une approximation raisonnable des procédures réelles qui ont trait, elles, non à un stock global tous articles réunis, mais au stock de chaque article pris individuellement.

Les équations correspondantes vont être rapidement commentées. Elles sont rassemblées en deux groupes symétriques, le premier pour les câbles fabriqués par la Câblerie de Clichy, le second pour les autres câbles.

Nous nous bornerons à présenter le premier de ces groupes.

La première équation correspond au calcul de la cadence de livraison, compte tenu de la contrainte de ne pas livrer plus que le stock réel en cours d'un intervalle de calcul :

CLISA.K = CLIP (CLUSA.JK,NEDSA.K,NEDSA.K,CLUSA.JK(032)

CLISA = Commandes LIvrées (câbles SACM)

NEDSA = Niveau d'Epuisement du stock Dépôt (câbles SACM)

CLUSA = Commandes à Livrer aux Utilisateurs (câbles SACM)

Le volume des commandes en instance est alors :

CIDSA.K = CIDSA.J + (DT)(CUDSA.JK-CLISA.JK) (033)

CIDSA = Commandes en Instance dans les Dépôts (câbles SACM)

CUDSA = Commandes des Utilisateurs aux Dépôts (câbles SACM)

CLISA = Commandes LIvrées (câbles SACM).

Les commandes à livrer aux utilisateurs sont définies par

$$CLUSA.\overline{KL} = CIDSA.K \;/\; DEDSA.K \qquad (034)$$

CLUSA = Commandes à Livrer aux Utilisateurs (câbles SACM)

CIDSA = Commandes en Instance dans les Dépôts (câbles SACM)

DEDSA = DElai de livraison des Dépôts (câbles SACM)

Le stock réel résultant est par ailleurs :

SEDSA.K = SEDSA.J + (DT)(ARDSA.JK - CLISA.J) (036)

SEDSA = Stock Existant dans les Dépôts (câbles SACM)

ARDSA = Approvisionnements Reçus par les Dépôts (câbles SACM)

CLISA = Commandes LIvrées par les Dépôts (câbles SACM)

D'où le calcul du Niveau d'Epuisement du stock Dépôts :

NEDSA.K = SEDSA.K / DT	(105)

Le délai de livraison est défini comme la somme d'un délai minimum constant (DELIM = 0,1 semaine) et d'un délai rémanent, fonction du niveau de stock :

DEDSA.K = DELIM + DRESA.K	(042)

DEDSA = DElai de livraison des Dépôts (câbles SACM)

DRESA = Délai REmanent (câbles SACM).

avec :

DRESA.K = (DELIR)(SIDSA.K) / SEDSA.K	(040)

DELIR = DElai de LIvraison Rémanent (= 0,5)

SIDSA = Stock Idéal des Dépôts (câbles SACM)

SEDSA = Stock Existant dans les Dépôts (câbles SACM)

Le stock idéal des Dépôts est calculé comme le produit d'un taux de rotation considéré comme normal par une moyenne mobile des ventes, obtenue par lissage exponentiel :

SIDSA.K = (RONOD) (MOVSA.K)	(044)

RONOD = ROtation NOrmale des stocks Dépôts.

MOVSA = MOyenne des Ventes (câbles SACM).

avec :

MOVSA.K = MOVSA.J + (DT)(1/COLID)(CUDSA.JK-MOVSA.J)	(045)

COLID = COnstante de LIssage des Dépôts (= 12 semaines).

CUDSA = Commandes des Utilisateurs aux Dépôts (câbles SACM).

La cadence de réapprovisionnement est alors définie par l'équation suivante :

```
REDSA.KL = CUDSA.JK + (1/DASDE)(SIDSA.K-SEDSA.K
+ NECSA.K - NRESA.K + CIDSA.K - CINSA.K)          (048)
```

REDSA = REapprovisionnement des Dépôts (câbles SACM)

CUDSA = Commandes des Utilisateurs aux Dépôts (câbles SACM)

DASDE = Délai Ajustement des Stocks dans les DEpôts (=4)

SIDSA = Stock Idéal dans les Dépôts (câbles SACM)

SEDSA = Stock Existant dans les Dépôts (câbles SACM)

NECSA = Niveau normal d'En-Cours (câbles SACM)

NRESA = Niveau Réel d'En-Cours (câbles SACM)

CIDSA = Commandes en Instance dans les Dépôts (câbles SACM)

CINSA = Commandes en Instance Normalement (câbles SACM)

avec :

```
NECSA.K = (MOVSA.K)(DADEC + DELAP + DOMSA.K + DETRA)(053)
```

DADEC = Délai Administratif dans les Dépôts pour l'Emission des Commandes (= 1,5)

DELAP = DElai d'Acheminement Postal (= 1,5)

DOMSA = Délai d'Obtention auprès du Magasin central (Câbles SACM).

DETRA = DElai de TRAnsport (= 1,5)

et :

```
NRESA.K = CEMSA.K + CAPSA.K + CISSA.K + TRASA.K  (055)
```

NRESA = Niveau Réel d'En-cours (câbles SACM)

CEMSA = Commandes En-cours d'EMission (câbles SACM).

CAPSA = Commandes en cours d'Acheminement Postal (câbles SACM)

CISSA = Commandes en Instance au Service Commercial (câbles SACM)

TRASA = TRAnsit vers des dépôts (câbles SACM)

et :

CINSA.K = (MOVSA.K)(DELIM + DELIR)	(057)

CINSA = Commandes en Instance Normalement (câbles SACM)

DELIM = DElai de LIvraison Minimum.

DELIR = DElai de LIvraison Rémanent.

Une série d'équations définit ensuite le "pipe-line" d'en-cours entre le magasin central et les dépôts :

CEMSA.K = CEMSA.J + (DT) (REDSA.JK-CEXSA.JK)	(058)

CEMSA = Commandes En-cours d'Emission (câbles SACM)

REDSA = REapprovisionnement des Dépôts (câbles SACM)

CEXSA = Commandes EXpédiées (câbles SACM)

avec :

CEXSA.KL = DELAY 3 (REDSA.JK,DADEC)	(060)

où DADEC, Délai Administratif dans les Dépôts pour l'Emission des Commandes = 1,5

et DELAY 3 est l'opérateur d'un délai exponentiel du troisième ordre (série de trois délais exponentiels du premier ordre).

Puis :

CAPSA.K = CAPSA.J + (DT) (CEXSA.JK-CRESA.JK)	(061)

CAPSA = Commandes en cours d'Acheminement Postal (Câble SACM)

CRESA = Commandes REçues (câble SACM)

avec

CRESA.KL = DELAY 3 (CEXSA.JK, DELAP)

Enfin :

TRASA.K = TRASA.J + (DT) (AEMSA.JK-ARDSA.JK)	(064)

TRASA = TRAnsit vers les dépôts (câbles SACM)

AEMSA = Approvisionnements Expédiés du Magasin Central (câbles SACM)

ARDSA = Approvisionnements Reçus dans les Dépôts (câbles SACM)

avec

ARDSA.KL = DELAY 3 (AEMSA.JK, DETRA)	(066)

La dernière série d'équations de ce secteur a trait à la remontée des bons de livraison vers le service commercial pour déclencher les opérations de facturation :

CLUDA.KL = CLISA.K + CLIAC.K	(102)

CLUDA = Commandes Livrées aux Utilisateurs par les Dépôts

CLIDA = Commandes Livrées en câbles SACM

CMOAC = Commandes Livrées en Autres Câbles

puis :

BLIDA.K = BLIDA.J + (DT) (CLUDA.JK-BLEDA.JK)	(100)

BLIDA = Bons de Livraisons en Instance dans les Dépôts SACM

BLEDA = Bons de Livraisons Expédiés dans les Dépôts SACM

avec

$$BLEDA.KL = BLIDA.K / DADEC \qquad (O99)$$

où DADEC, Délai Administratif dans les Dépôts pour l'Emission des Commandes = 1,5

Enfin :

$$BLECA.KL = DELAY\ 3\ (BLEDA.JK,\ DELAP) \qquad (O98)$$

BLECA = Bons de Livraison Enregistrés au service commercial

DELAP = DElai d'Achèvement Postal

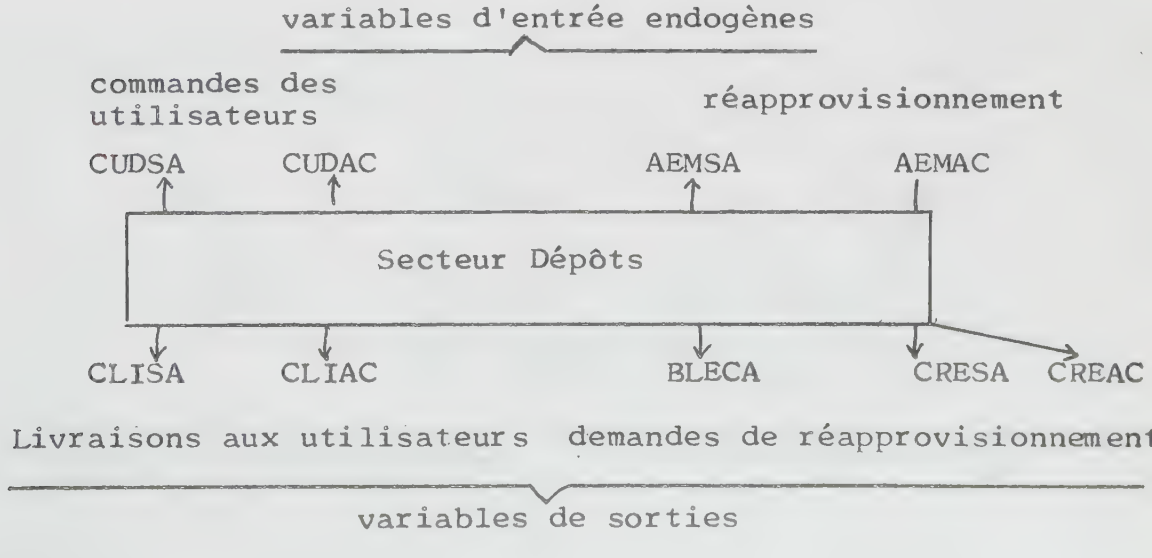
et :

$$BLADA.K = BLADA.J + (DT)\ (BLEDA.JK - BLECA.JK) \qquad (O96)$$

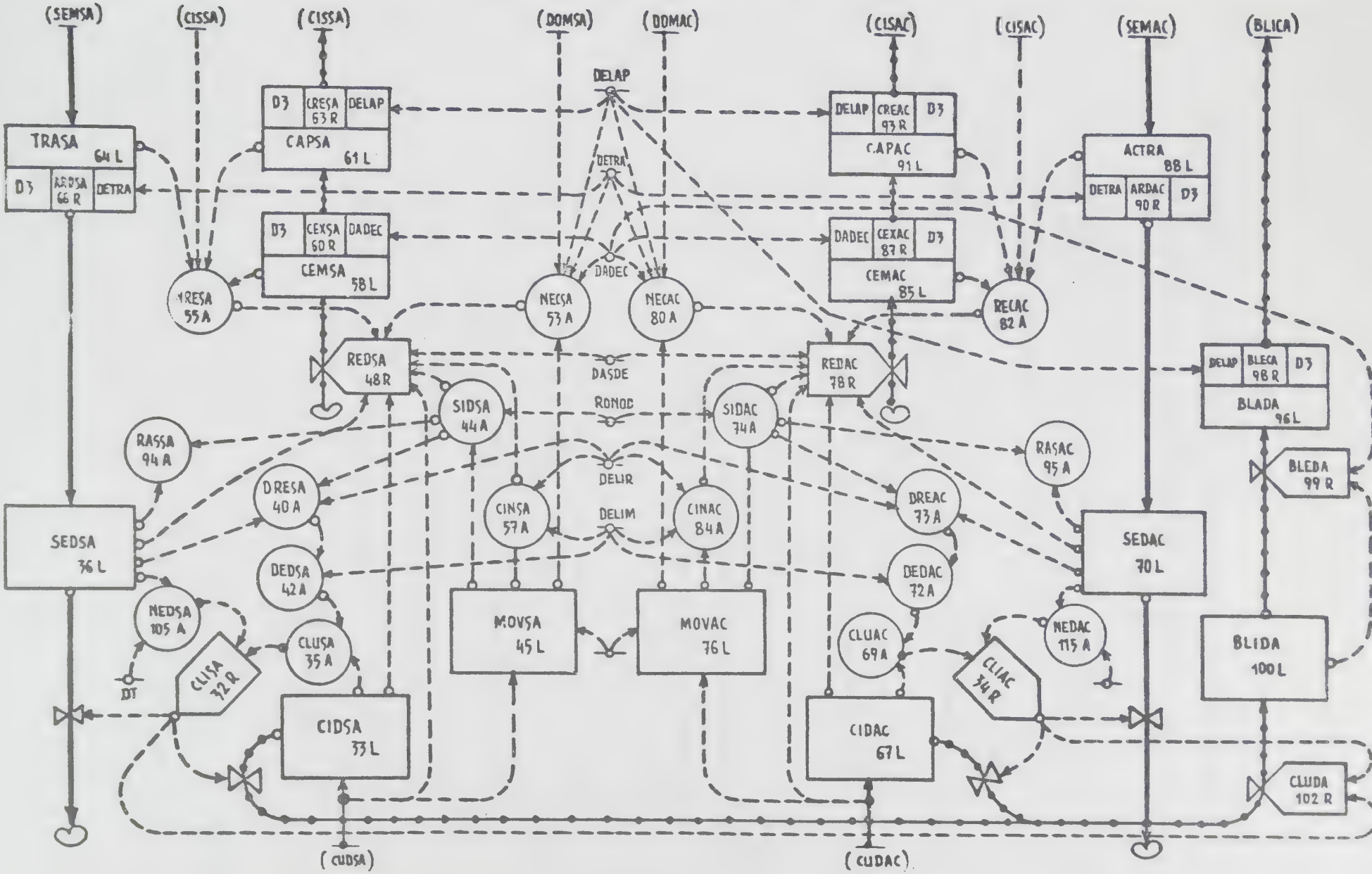
BLADA = Bons de Livraison en cours d'Acheminement depuis les Dépôts

Ce secteur, avec ses transducteurs en cascade et ses régulations partielles (livraisons et réapprovisionnements) constitue un exemple caractéristique de processus de production au sens où nous l'avons défini au § 1.3.4.

Il peut être schématisé comme suit :



SECTEUR DEPOTS



c.- Secteur Siège Social (Traitement des Commandes)

La procédure de contrôle des réapprovisionnements des dépôts est simulée par six équations :

CISSA.K = CISSA.J + (DT) (CRESA.JK-CACSA.JK)	(106)

CISSA = Commandes en Instance au Service Commercial (câbles SACM)

CRESA = Commandes REçues au Service Commercial (câbles SACM)

CACSA = Commandes ACceptées par le Service Commercial (câbles SACM)

avec

CACSA.KL = CISSA.K / DASSA.K	(108)

DASSA = Délai d'Acceptation du Service Commercial (câbles SACM)

et

DASSA.K = DAMIS + DRESA.K	(109)

DAMIS = Délai d'Acceptation Minimum par le Service Commercial (= 0,2)

DRESA = Délai REmanent (câbles SACM)

Trois équations symétriques décrivent la procédure de contrôle pour les autres câbles.

Le schéma de ce secteur figure page suivante :

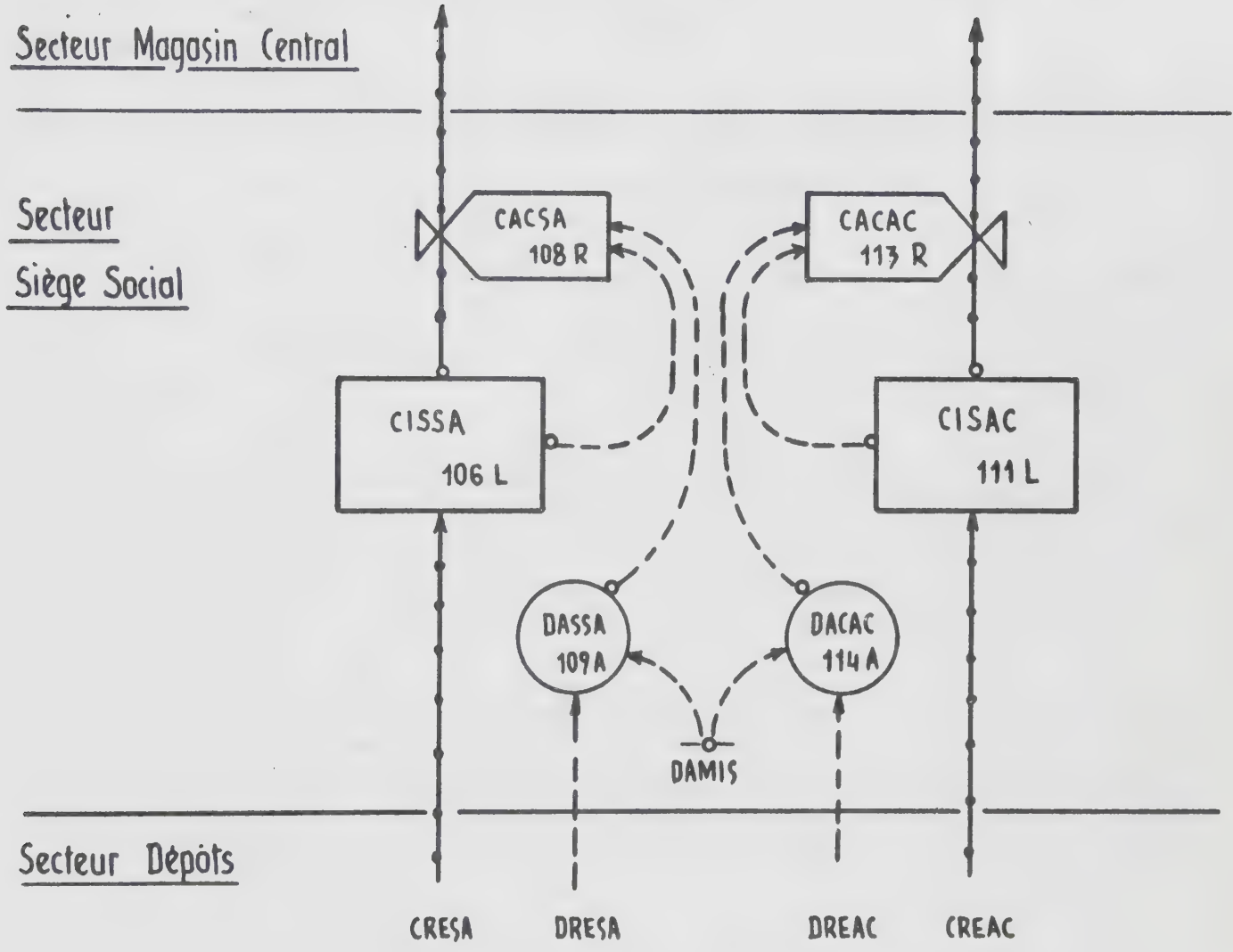


SCHÉMA DE SECTEUR SIÈGE SOCIAL (TRAITEMENT COMMANDES)

d.- Secteur Magasin Central

Deux séries d'équations symétriques, pour les câbles fabriqués par la SACM et les autres câbles, décrivent la gestion du magasin central d'une manière analogue aux équations des dépôts. Nous nous bornerons à présenter rapidement la première série :

EMCSA.K = CLIP (AEMSA.JK, NEMSA.K;NEMSA.K,AEMSA.JK) (107)

EMCSA = approvisionnements Expédiés du Magasin Central (câble SACM)

AEMSA = Approvisionnements à Expédier du Magasin Central (câble SACM)

NEMSA = Niveau d'Epuisement du stock du Magasin Central (câble SACM)

avec

NEMSA.K = SEMSA.K / DT (150)

SEMSA = Stock Existant au Magasin central (câbles SACM)

et

AEMSA.KL = CIMSA.K / DOMSA.K (120)

CIMSA = Commandes en Instance au Magasin central (câbles SACM)

DOMSA = Délai d'Obtention du Magasin central (câbles SACM)

où

CIMSA.K = CIMSA.J + (DT) (CACSA.JK-EMCSA.JK) (118)

CACSA = Commandes Acceptées par le service Commercial (câbles SACM)

EMCSA = Approvisionnements Expédiés du Magasin Central (câbles SACM)

et

DOMSA.K = DOMIM + DORSA.K (124)

DOMIM = Délai d'Obtention MInimum au Magasin central (=1)

DORSA = Délai d'Obtention RÊmanent (câbles SACM) défini par :

DORSA.K = (DOREM) (SIMSA.K) / SEMSA.K) (123)

DOREM = Délai d'Obtention REmanent du Magasin central (=0,5)

SIMSA = Stock Idéal du Magasin central (câbles SACM)

SEMSA = Stock Existant au Magasin central (câbles SACM)

Ces deux stocks sont définis comme pour le secteur dépôt :

SEMSA.K = SEMSA.J + (DT) (ARMSA.JK-EMCSA.JK) (125)

ARMSA = Approvisionnements Reçus au Magasin central (câbles SACM)

EMCSA = approvisionnements Expédiés du Magasin Central (câbles SACM)

et

SIMSA.K. = (RONOM) (MORSA.K) (127)

RONOM = ROtation Normale du stock du Magasin central (=4)

MORSA = MOyenne des Réapprovisionnements (câbles SACM)

avec

MORSA.K = MORSA.J + (DT) (1/COLIM)(CACSA.JK-MORSA.J)(130

COLIM = COnstante de LIssage du Magasin central (=12)

CACSA = Commandes Acceptées par le service Commercial (câbles SACM)

Le réapprovisionnement du magasin central dépend du programme de fabrication et la seule opération effectuée à son niveau correspond à la préparation et au suivi de ce programme.

Pour les câbles fabriqués par la SACM, une équation définit les demandes de réapprovisionnement du magasin central auprès de l'usine :

$$RIMSA.K = CACSA.JK + (1/DASMA)(SEMSA.K-SEMSA.K) \quad (133)$$

RIMSA = Réapprovisionnement Idéal du Magasin central (câble SACM)

CACSA = Commandes Acceptées par le service commercial (câbles SACM)

DASMA = Délai d'Ajustement du Stock du Magasin central (=6)

SIMSA = Stock idéal du Magasin central (câbles SACM)

SEMSA = Stock Existant au Magasin central (câbles SACM)

Pour les autres câbles, quatre équations décrivent le suivi du réapprovisionnement par rapport au programme :

$$ARMAC.KL = (BEPAC.K)(PEPRO)/DELIC.K \quad (147)$$

ARMAC = Approvisionnements Reçus au Magasin central (Autres Câbles)

BEPAC = Besoins Exprimés au titre du Programme (Autres Câbles)

PEPRO = Périodicité des réunions de PROgramme (=4)

DELIC = DElai de LIvraison de la Concurrence.

et par ailleurs :

$$ARPAC.K = ARPAC.J + (DT)\ (BEPPE.JJ-ARMAC.JK) \quad (145)$$

ARPAC = Approvisionnement à Recevoir au titre du Programme (Autres câbles)

où BEPPE correspond au programme total de chaque période, et est obtenu par les deux équations suivantes :

BEPPE.K = PULSE (PROAP.K,O,PEPPO) (146)

BEPPE = Besoin Exprimé au titre du Programme de la PEriode

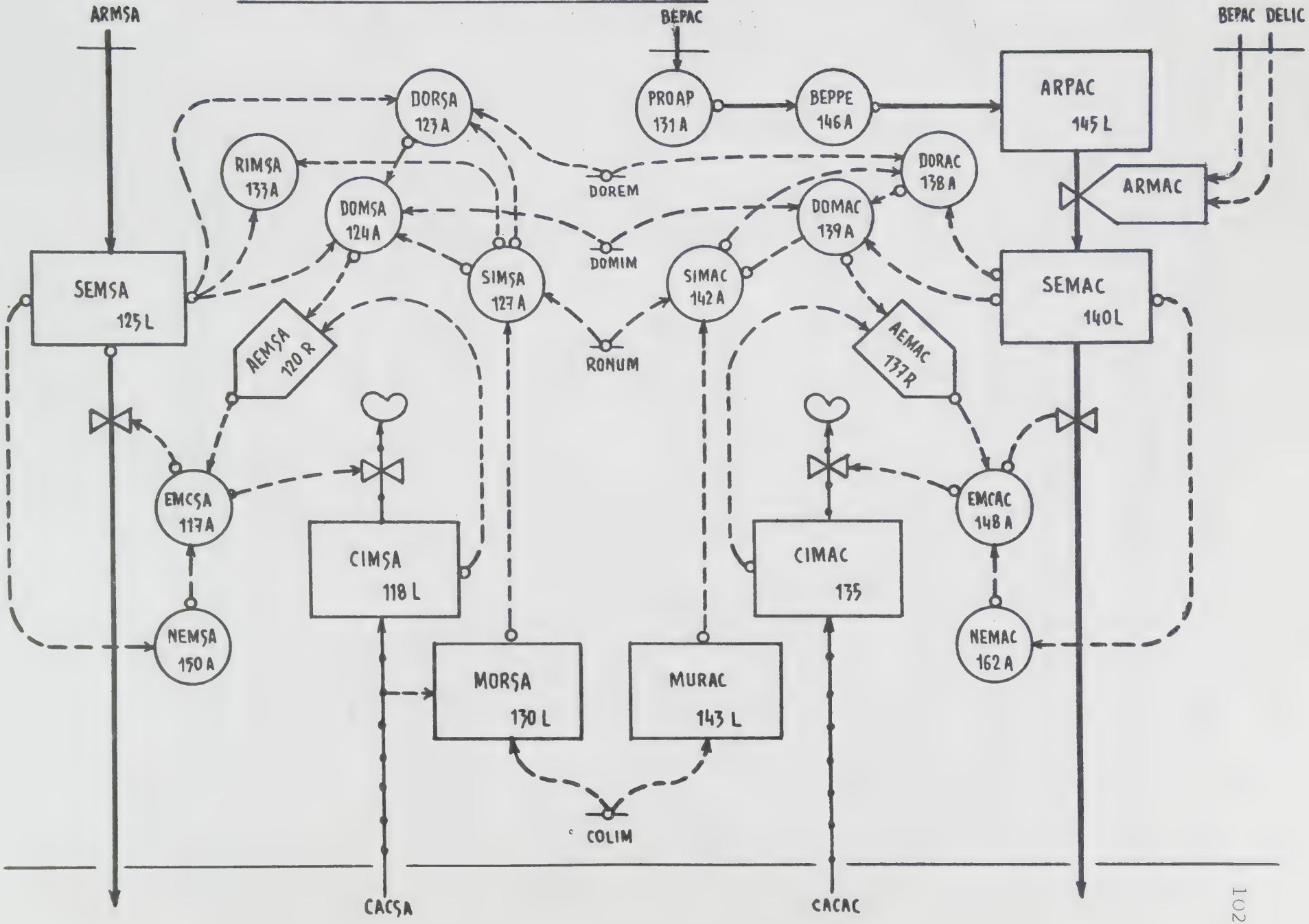
PROAP = PROgramme d'APprovisionnement

avec

PROAP.K = (BEPAC.K) (PEPRO) / DT (131)

Le schéma de ce secteur est donné page suivante.

SCHÉMA DU SECTEUR MAGASIN CENTRAL



e.- Secteur Siège Social (Préparation Programme)

Ces quatre équations décrivent la préparation du programme proposé à la commission :

BEPAC.K = SWITCH (DESAC.K,MORAC.K,PODES.K) (151)

BEPAC = Besoin Exprimé au titre du Programme (Autres Câbles)

DESAC = DEcision Stratégique de réapprovisionnement (Autres câbles)

MORAC = MOyenne des Réapprovisionnements (Autres Câbles)

PODES = POint de DEcision Stratégique

avec :

DESAC.K = (CODES) (MORAC.K) (154)

CODES = COefficient de DEcision Stratégique (=2)

et

PODES.K = MODES - TIME.K (156)

MODES = MOment de DEcision Stratégique.

Ce jeu d'équation permet de simuler une décision de réapprovisionnement supérieure (ou inférieure) aux besoins stricts du réseau de distribution, à fins de stratégie commerciale.

Le dernière équation valorise ce programme

BEPSA.K = (PRIAC) (BEPAC,K) (158)

avec PRIAC = 12, valeur en millier de francs de l'unité de mesure des câbles, au prix de cession défini par les accords de nationalisation.

f.- Secteur Usine SACM

Le processus de production et les procédures de gestion du stock de cuivre sont décrits dans cette partie du modèle.

La première équation définit le cadencement de la fabrication des câbles nationalisés, qui, rappelons-le, est ordonnancée d'une manière identique à celle des câbles spéciaux, sous forme de commandes aux ateliers.

COFAB.KL = (PROSA.K / PRISA) + MORSA.K (164)

COFAB = COmmandes de FABrication

PROSA = PROgramme attribué à la SACM

PRISA = PRIse des câbles fabriqués par la SACM (= 11, valeur moyenne de l'unité de mesure des câbles entrant dans la gamme de fabrication de la Câblerie de Clichy, en prix de cession)

MORSA = MOyenne de Réapprovisionnement (câbles SACM)

(les commandes sont la somme du programme de livraison aux câbleries concurrentes et des besoins moyens de réapprovisionnement du magasin central)

La cadence de fabrication correspondante est limitée par la capacité des ateliers :

FABSA.KL = MIN (COFAB.JK, CAMAX.K) (171)

FABSA = FABrication (câbles SACM)

avec :

CAMAX.K = (CANOR.K) (FACHA.K) (172)

CAMAX = CAdence MAXimale de fabrication

CANOR = CAdence NORmale de fabrication

FACHA = FActeur de CHarge des ateliers.

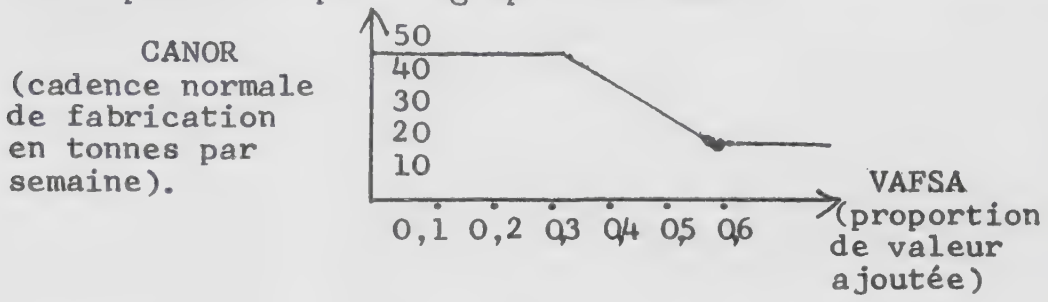
La cadence normale de fabrication des câbles nationalisés est une fonction linéaire de la valeur ajoutée en fabrication :

```
CANOR.K = TABHL (TACAD,VAFSA.K, 0.3, 0.6, 0.1)  (173)
```

TACAD = TAble des CADences

VAFSA = Valeur Ajoutée en Fabrication (câbles SACM)

La relation entre la cadence normale et la valeur ajoutée est représentée par le graphe ci-dessous :



La valeur ajoutée est définie, quant à elle, comme la somme d'une constante et d'une variable exogène au modèle :

```
VAFSA.K = VAFIN + TEST. 2K                    (175)
```

VAFIN = Valeur Ajoutée en Fabrication-INItialisation (=0,5)

TEST 2 = Test N°2 (variable exogène sur la valeur ajoutée)

Cette deuxième variable exogène est définie de la même manière que la première :

```
TEST 2.K = STEP (VAMAX, TOPVA)                (177)
```

VAMAX = Valeur Ajoutée MAXimale (=0,1)

TOPVA = Date du Test N° 2.

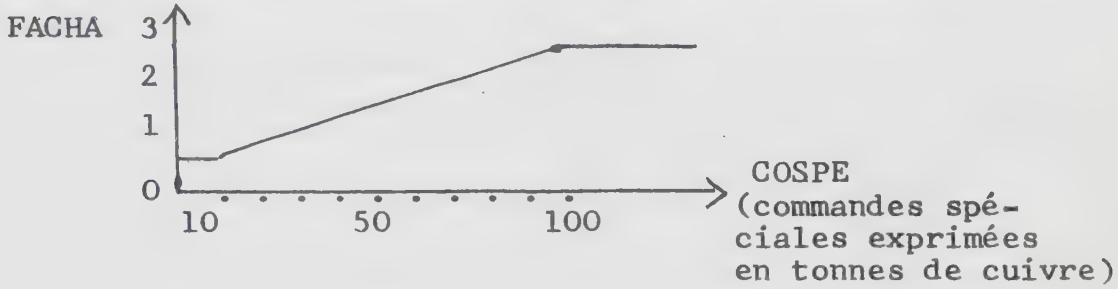
De façon analogue, le facteur de charge des ateliers est défini comme une fonction linéaire du volume de commandes spéciales.

FACHA.K = TABHL (TACHA, COSPE.K, 10,100,10) (180)

TACHA = TAble de CHArge.

COSPE = COmmandes SPEciales

La relation entre le facteur de charge et les commandes spéciales est représentée par le graphe ci-dessous :



Le volume de commande spéciale constitue le troisième input exogène au modèle : il est en effet représenté par la somme d'une constante et d'une variable exogène, définie comme les précédentes :

COSPE.K = COSIN + TEST 3.K (182)

avec COSIN = COmmandes Spéciales (valeur INitiale) =30

et

TEST 3.K = STEP (COMAX, TOPCO) (184)

COMAX = COmmandes spéciales (Volume MAXimal) = 30

TOPCO = Date du Test N° 3.

Une seconde série d'équations permet alors de calculer la cadence de réapprovisionnement du magasin central :

ARMSA.KL = FABSA.JK - AECSA.JK (187)

ARMSA = Approvisionnements Reçus au Magasin central (câbles SACM)

FABSA = FABrications (câbles SACM)

AECSA = Approvisionnements Expédiés à la Concurrence (câble SACM)

avec

AECSA.KL = MIN (AICSA.K, DICSA.K) (188)

AICSA = Approvisionnement Idéal de la Concurrence (câble SACM)

DICSA = DIsponibilité en Câbles SACM

Le terme AICSA provient d'un calcul effectué dans le secteur "concurrence" du modèle. La valeur de DICSA est définie par l'équation :

DICSA.K = CLIP (O,DIVAL.K,RIMSA.JK,FARSA.JK) (189)

DIVAL = DIsponibilités en Valeur ALgébrique

RIMSA = Réapprovisionnement Idéal du Magasin central (câbles SACM)

FABSA = FABrication (câbles SACM)

avec :

DIVAL.K = FABSA.JK - RIMSA.JK (191)

Le suivi du réapprovisionnement par rapport au programme est par ailleurs décrit par les équations suivantes :

```
AEPSA.K = AEPSA.J + (DT)(PROFA.JK - AECSA.JK)    (169)
```

AEPSA = Approvisionnement à Expédier sur Programme (câbles SACM)

PROFA = PROgramme de FAbrication

AECSA = Approvisionnement Expédié à la Concurrence

avec

```
PROFA.KL = PULSE (PROPRE.K,O,PEPRO)              (165)
```

PROPE = PROgramme de la PEriode

PEPRO = PEriodicité des réunions de PROgramme (=4)

et

```
PROPE.K = (PROSA.K) (PEPRO)/PRIDT                (200)
```

PROSA = PROgramme attribué à la SACM

PRIDT = Diviseur destiné à exprimer le programme en unité de mesure par intervalle de calcul

```
PRIDT = (PRISA) (DT)                             (204)
```

PRISA = Prix de l'unité de mesure (=11)

Enfin, une dernière série d'équations décrit la gestion du stock de cuivre :

```
STOCU.K = STOCU.J + (DT)(APPRO.JK-FABSA.JK)      (192)
```

STOCU = STOck de CUivre

APPRO = APPROvisionnement en Cuivre

FABSA = FABrications (câbles SACM)

avec

```
APPRO.KL = DELAY 3 (APTOC.JK, DASTO)             (206)
```

APTOC = APprovisionnement TOtal en Cuivre

DASTO = Délai d'Approvisionnement du STOck de cuivre.

Les quantités de cuivre approvisionnées proviennent de deux sources : le GIRM et le Marché libre :

APTOC.KL = AGIRM.K + AMARC.K (198)

AGIRM = Approvisionnement auprès du GIRM

AMARC = Approvisionnement sur le MARché.

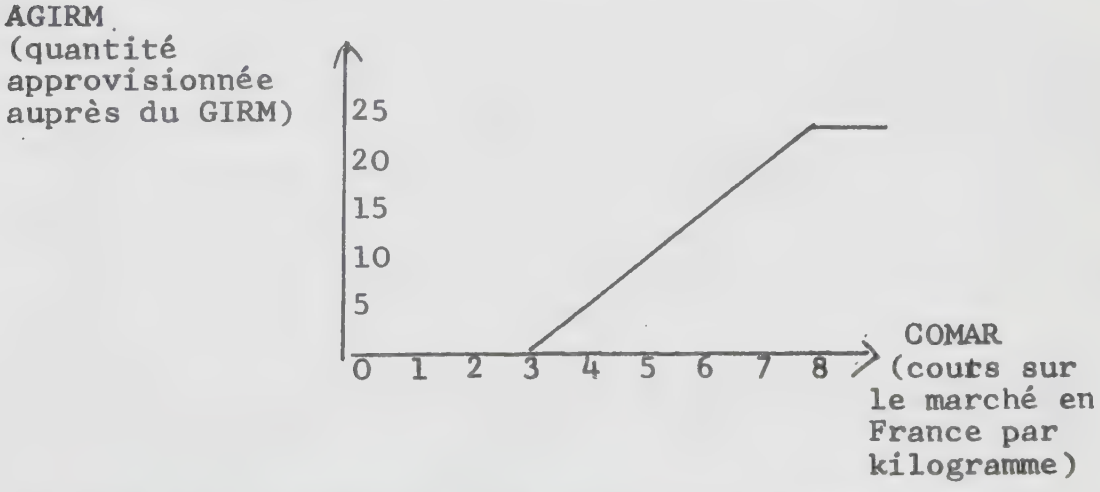
L'hypothèse incluse dans le modèle est que les approvisionnements auprès du GIRM sont contingentés, et que la Câblerie de Clichy ne prend son contingent que si les cours du marché libre sont supérieurs à celui du GIRM :

AGIRM.K = TABHL (TAGIR,COMAR.K, 3,8,1) (199)

TAGIR = TAble du GIRm

COMAR = COurs sur le MARché libre

La relation entre AGIRM et COMAR est représentée par le graphique ci-dessous :



Le cours sur le Marché libre constitue la quatrième variable exogène du modèle. Il est calculé comme la somme d'une constante égale au cours moyen du cuivre) d'une variable représentant une fluctuation aléatoire autour de cette valeur moyenne, et d'une variable exogène.

COMAR.K = COMIN + FLUCO.K + TEST.4	(207)

COMIN = COurs sur le Marché (valeur INitiale) (=4)

FLUCO = FLUctuation des COurs

TEST 4 = Test N° 4 (variable endogène : cours du cuivre)

avec

FLUCO.K = (RANGE) NOISE	(214)

RANGE est l'amplitude des fluctuations (=4) et

NOISE indique une distribution uniforme de ces fluctuations

et

TEST 4.K = STEP (CUMAX, TOPMA)	(209

CUMAX = Cours MAXimal (=4)

TOPMA = Date du Test n° 4

Les approvisionnements sur le marché sont fonction, eux, des besoins de l'usine et des possibilités de spéculation sur les cours.

AMARC.K = BETEC.K - AGIRM.K + ASPEC.K	(202)

AMARC = Approvisionnements sur le MARché

BETEC = BEsoins TEChniques

ASPEC = Approvisionnement SPEculatif

avec :

BETEC.K = FABSA.JK + (1/COLIP) (STOMI.K-STOCU.K)	(197)

FABSA = FABrication (câble SACM)

COLIP = COnstante de LIssage des Programmes (=24)

STOMI = STOck Minimum de cuivre

STOCU = Stock réel de CUivre

Le stock minimum de cuivre est calculé à partir d'un lissage de la consommation sur six mois :

STOMI.K = (NIMIC) (MOPSA.K)

NIMIC = NIveau MInimum du stock de Cuivre

MOPSA = MOyenne des Programmes (câbles SACM)

où

MOPSA.K = MOPSA.J+(DT)(1/COLIP)(COFAB.JK-MOPSA.J) (167)

COFAB = COmmandes de FABrication

Enfin, les approvisionnements spéculatifs sont calculés à partir des possibilités de trésorerie :

ASPEC.K = CLIP(O, PAMCU.K, COMAR.K, CONOC.K) (203)

ASPEC = Approvisionnement SPEculatif

PAMCU = Possibilité Approvisionnement par le Marché du CUivre

COMAR = COurs sur le MARché

CONOC = COurs NOrmal du Cuivre

avec

PAMCU.K = MAX (O, PAMAR.K) (216)

où

PAMAR K = NITRE.K / COMAR.K (205)

NITRE = NIveau de TREsorerie

et

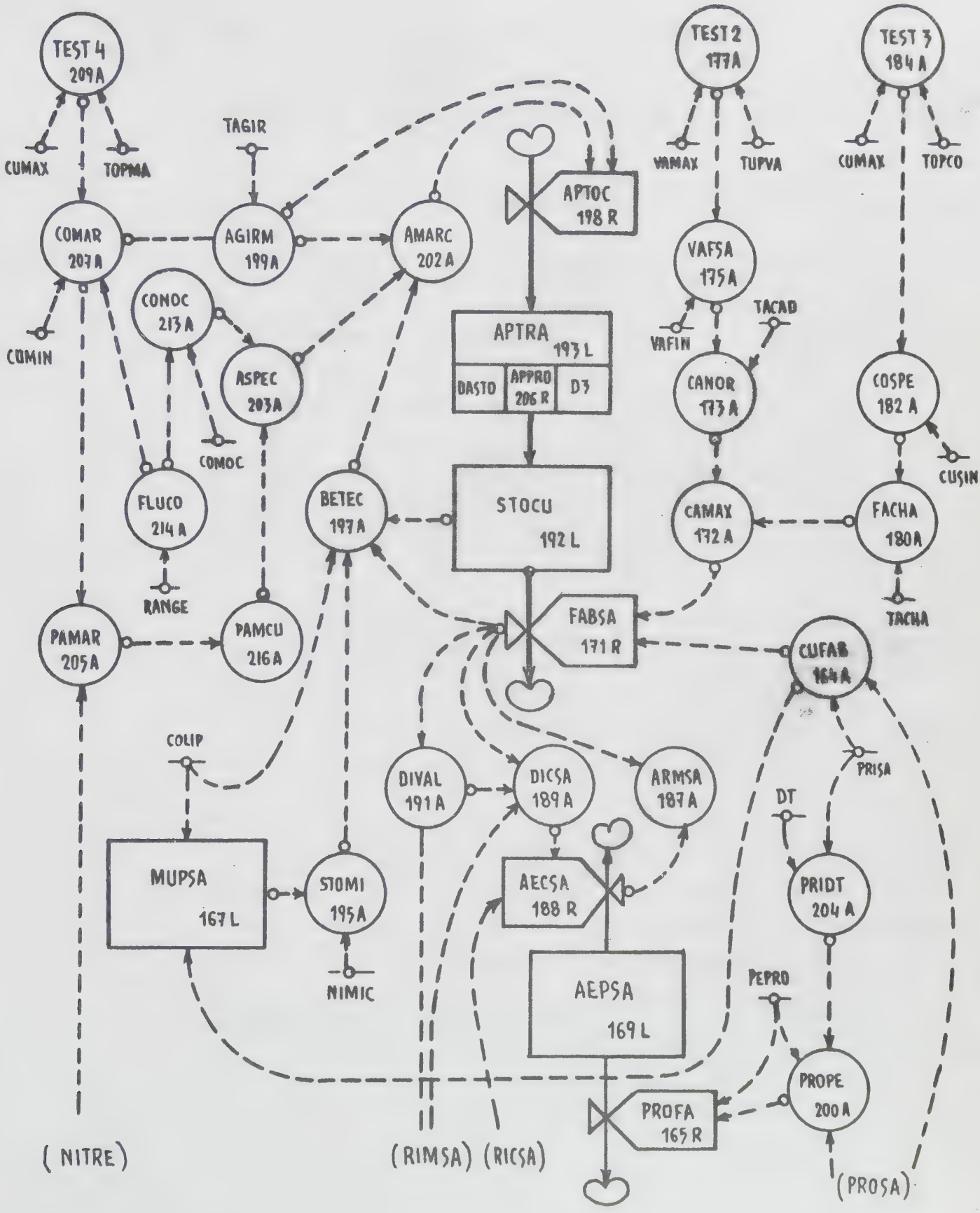
CONOC.K = COMOC - FLUCO.K (213)

COMOC = COurs MOyen du Cuivre (=S)

FLUCO = FLUctuation des COurs.

Le schéma de ce secteur figure page suivante.

Secteur Usine



g.- Secteur Siège Social (Direction Financière)

Les principaux mécanismes de gestion financière de la Câblerie de Clichy sont décrits par les équations de ce secteur.

Le niveau de trésorerie correspondant à l'exploitation des seuls câbles rationalisés est calculé par l'équation évidente :

NITRE.K = NITRE.J + (DT)(TOTEN.JK-TOTDE.JK) (219)

NITRE = NIveau de TREsorerie

TOTEN = TOTal des ENcaissements

TOTDE = TOTal des DEcaissements

Les encaissements proviennent des règlement de la concurrence pour les approvisionnements effectués dans le cadre des accords de rationalisation et des règlements des utilisateurs de câbles pour les achats effectués auprès du réseau de distribution de la Câblerie de Clichy.

TOTEN.KL = RECSA.JK + (FRUSA.JK)(PRIVU) (232)

RECSA = REglements de la Concurrence à la SACM

FRUSA = Factures Réglées par les Utilisateurs à la SACM

PRIVU = PRIx de Vente des Utilisateurs (=16)

avec

RECSA.KL = FAREC.K /DEPEC (234)

FAREC = Factures en Attente de REglement à la Concurrence

DEPEC = DElai de Paiement de la Concurrence (=4)

Le volume du portefeuille de factures est défini par la série d'équations suivantes :

FAREC.K = FAREC.J + (DT)(FECAC.JK-RECSA.JK) (235)

FECAC = Factures Expédiées par le service Commercial pour les Achats de la Concurrence

FECAC.KL = FICAC.K / DADCO (238)

FICAC = Factures en Instance au service Commercial pour les Achats de la Concurrence

DADCO = Délai ADministratif du service Commercial (=0,5)

avec

FICAC.K = FICAC.J + (DT)(VECSA.JK-FECAC.JK) (240)

VECSA = Valeur des Expéditions à la Concurrence de la SACM

et

VECSA.KL = (PRISA) (AECSA.JK) (243)

PRISA = PRIx de cession des câbles fabriqués par la SACM (=11)

AECSA = Approvisionnements Expédiés à la Concurrence par la SACM

D'une manière analogue :

FRUSA.KL = FIRSA.K/DEMRU (245)

FRUSA = Factures Réglées par les Utilisateurs à la SCAM

FIRSA = Factures en Instance de Règlement à la SACM

DEMRU = DElai Moyen de Règlement des Utilisateurs (=2)

avec

FIRSA.K = FIRSA.J + (DT)(FESCO.JK - FRUSA.JK) (246)

FESCO = Factures Expédiées par le Service Commercial

```
FESCO.KL = BLICA.K / DADCO                                    (249)
```

BLICA = Bons de LIvraison en Instance au service Commercial

DADCO = Délai ADministratif du service COmmercial

et

```
BLICA.K = BLICA.J + (DT)(BLECA.JK-FESCO.JK)                   (251)
```

BLECA = Bons de Livraison Expédiés au service Commercial par les dépôts SACM.

Les décaissements sont la somme de quatre termes :

- le cumul des coûts directs de fabrication ;
- la valeur des règlements effectués à la concurrence pour les achats effectués dans le cadre des accords de rationalisation ;
- le cumul des coûts d'approvisionnements de cuivre ;
- la proportion des coûts de structure et des frais commerciaux attribuée aux câbles rationalisés.

```
TOTDE.KL = COUFA.K + VAREC.K+COUAP.K+COUSC.K                  (221)
```

TOTDE = TOtal des DEcaissement

COUFA = COUts de FAbrication

VAREC = VAleur des REglements à la Concurrence

COUAP = COUts d'APprovisionnements

COUSC = COUts de Structure et Commerciaux

avec

```
COUFA.K = (VAFSA.K)(FABSA.JK)(PRISA)                          (224)
```

VAFSA = proportion de Valeur Ajoutée en Fabrication des câbles SACM

FABSA = FABrication des câbles SACM
PRISA = PRIx de cession des câbles SACM

et, par ailleurs :

VAREC.K = (PRIAC) (RECOS.JK)	(222)

PRIAC = PRIx de cession des Autres Câbles
RECOS = REglements à la COncurrence par la SACM

où :

RECOS.KL = FARES.K / DEPES	(228)

FARES = Factures en Attente de REglement à la SACM
DEPES = DElai de Paiement de la SACM (=4)

avec :

FARES.K = FARES.J + (DT)(ARMAC.JK-RECOS.JK)	(230)

ARMAC = Approvisionnements Reçus en Magasin Central en Autres Câbles

Puis :

COUAP.K = (AGIRM.K)(CONOC.K)+(AMARC.K)(COMAR.K)	(227)

COUAP = COUts d'APprovisionnement
AGIRM = Approvisionnements auprès de GIRM
CONOC = COurs NOrmal du Cuivre
AMARC = Approvisionnements auprès du MARché du Cuivre
COMAR = COurs sur le MARché

Enfin

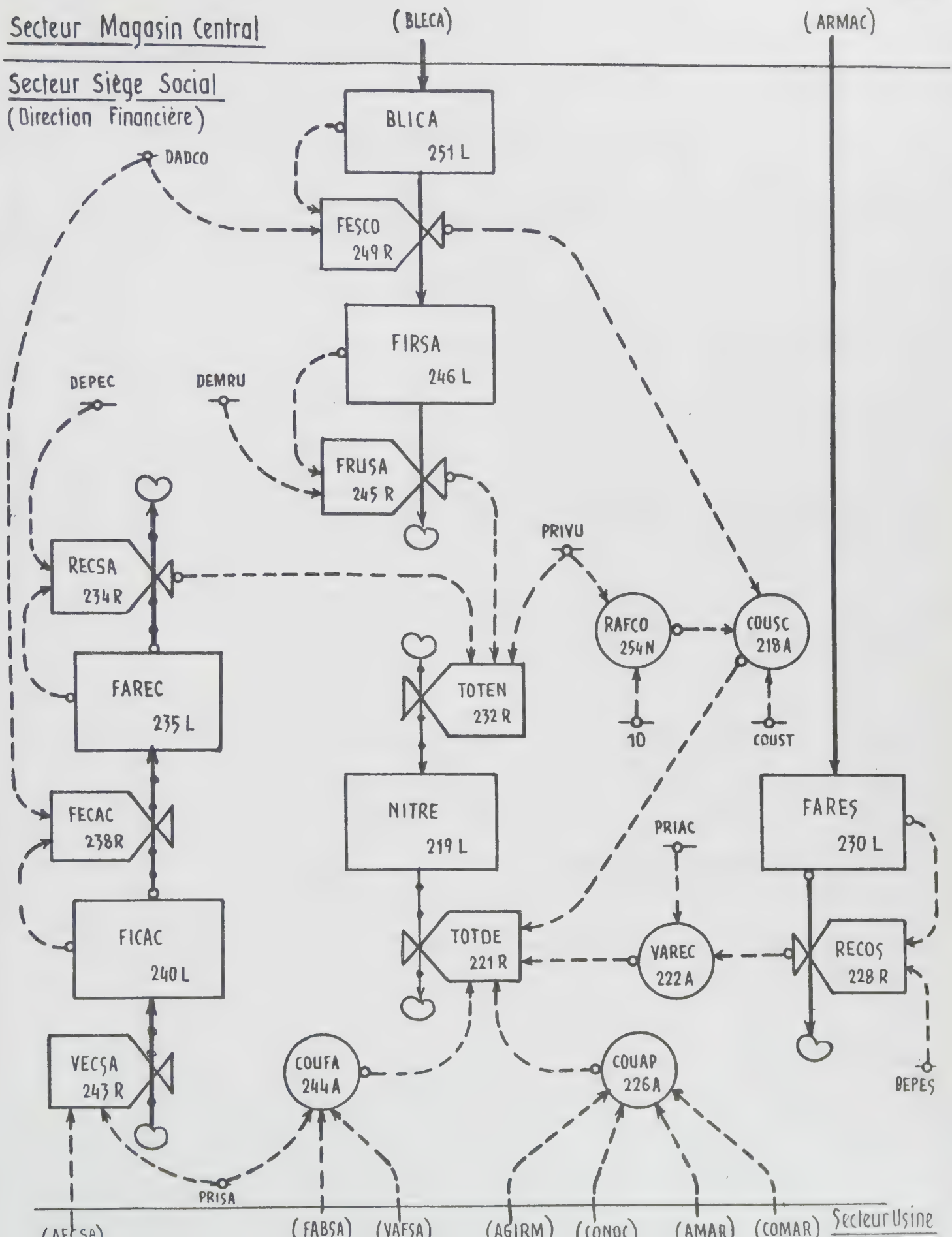
COUSC.K = (FESCO.JK/RAFCO) + COUST (218)

COUSC = COUts de Structure et de Commercialisation.

FESCO = Factures Expédiées par le Service Commercial à la COncurrence.

RAFCO = RAtio de Frais COmmerciaux (= 10/PRIVU).

COUST = COUts de STructure (évalués à 100.000 F./ semaine).


Secteur Magasin Central
(BLECA)
(ARMAC)
Secteur Siège Social
(Direction Financière)
BLICA 251 L
DADCO
FESCO 249 R
FIRSA 246 L
DEPEC
DEMRU
FRUSA 245 R
PRIVU
RECSA 234 R
RAFCO 254 N
COUSC 218 A
TOTEN 232 R
FAREC 235 L
10
COUST
FECAC 238 R
NITRE 219 L
FARES 230 L
PRIAC
FICAC 240 L
TOTDE 221 R
VAREC 222 A
RECOS 228 R
VECSA 243 R
COUFA 244 A
COUAP 226 A
BEPES
PRISA
(AFCSA)
(FABSA)
(VAFSA)
(AGIRM)
(CONOC)
(AMAR)
(COMAR)
Secteur Usine

h.- Secteur Commission des programmes

Le mécanisme d'attribution des programmes de fabrication aux Câbleries adhérant aux accords de rationalisation est décrit par les treize équations ci-après :

CAGSA.K = (BECSA.K) PRISA)	(257)

CAGSA = Commande Attribuée par la Gamme de Fabrication de la SACM

BECSA = Besoins Exprimés par la Concurrence (câbles SACM)

PRISA = PRIx de cession des câbles SACM.

La valeur du programme correspondant à la gamme de fabrication de la SACM le jour de la réunion de la Commission des programmes est déduite de l'équation ci-dessus.

PAGSA.KL = SAMPLE (CAGSA.K,PEPRO)	(258)

où PEPRO = 4 est la périodicité de réunion de la commission.

Par ailleurs, le principe d'équilibrage en valeur des échanges conduit à un autre programme théorique :

CATSA.K = BEPSA.K + DEPSA.K - SOLSA.K	(259)

CATSA = Commande Attribuée Théoriquement à la SACM.

BEPSA = Besoin Exprimé au titre du Programme par la SACM

DEPSA = DEséquilibre sur Programme de la SACM.

d'où est déduit, comme précédemment, le programme théorique de la SACM.

PATSA.KL = SAMPLE (CATSA.K, PEPRO) (261)

avec :

PEPSA.K = DEPSA.J + (DT)(PAGSA.JK-PATSA.JK) (262)

et :

SOLSA.K = SOLSA.J + (DT)(LIRSA.JK-LIFSA.JK) (265)

LIRSA = LIvraisons à Recevoir par la SACM

LIFSA = LIvraisons à Faire par la SACM

Les valeurs de LIRSA et de LIFSA sont obtenues par valorisation en prix de cession des restes à livrer :

LIRSA.KL = (PRIAC) (ARPAC.K) (271)

PRIAC = PRIx de Cession des Autres Câbles

ARPAC = Approvisionnement à Recevoir sur Programme en Autres Câbles

LIFSA.KL = (PRISA) (AEPSA.K) (272)

PRISA = PRIx de Cession des Câbles SACM

AEPSA = Approvisionnement à Expédier sur Programme en câbles SACM.

Le programme définitivement attribué à la SACM est enfin la somme du programme correspondant aux besoins de la concurrence et d'un terme correctif destiné à assurer l'équilibrage en valeur des échanges :

PROSA.K = PAGSA.K + AJPSA.K	(270)

PROSA = PROgramme attribué à la SACM

PAGSA = Programme Attribué par la Gamme de fabrication SACM

Ce dernier terme est obtenu par la série d'équations suivantes :

AJPSA.K = SAMPLE (APPSA.K, PEPRO)	(274)

avec

APPSA.K = CLIP (APOSA.K,ANESA.K,DEPSA.K,O)	(273)

APPSA = Ajustement Possible sur le Programme de la SACM

APOSA = Ajustement POsitif sur le programme de la SACM

ANESA = Ajustement NEgatif sur le programme de la SACM

DEPSA = DEséquilibre sur Programme de la SACM

APOSA et ANESA sont l'expression de la "règle du butoir" qui veut que l'ajustement des programmes destiné à sauvegarder l'équilibre en valeur des échanges n'excède pas 15 % des besoins exprimés par une Câblerie :

APOSA.K = MIN (BUTSA.K,DEPSA.K)	(275)
ANESA.K = MAX (-BUTSA.K,DEPSA.K)	(276)

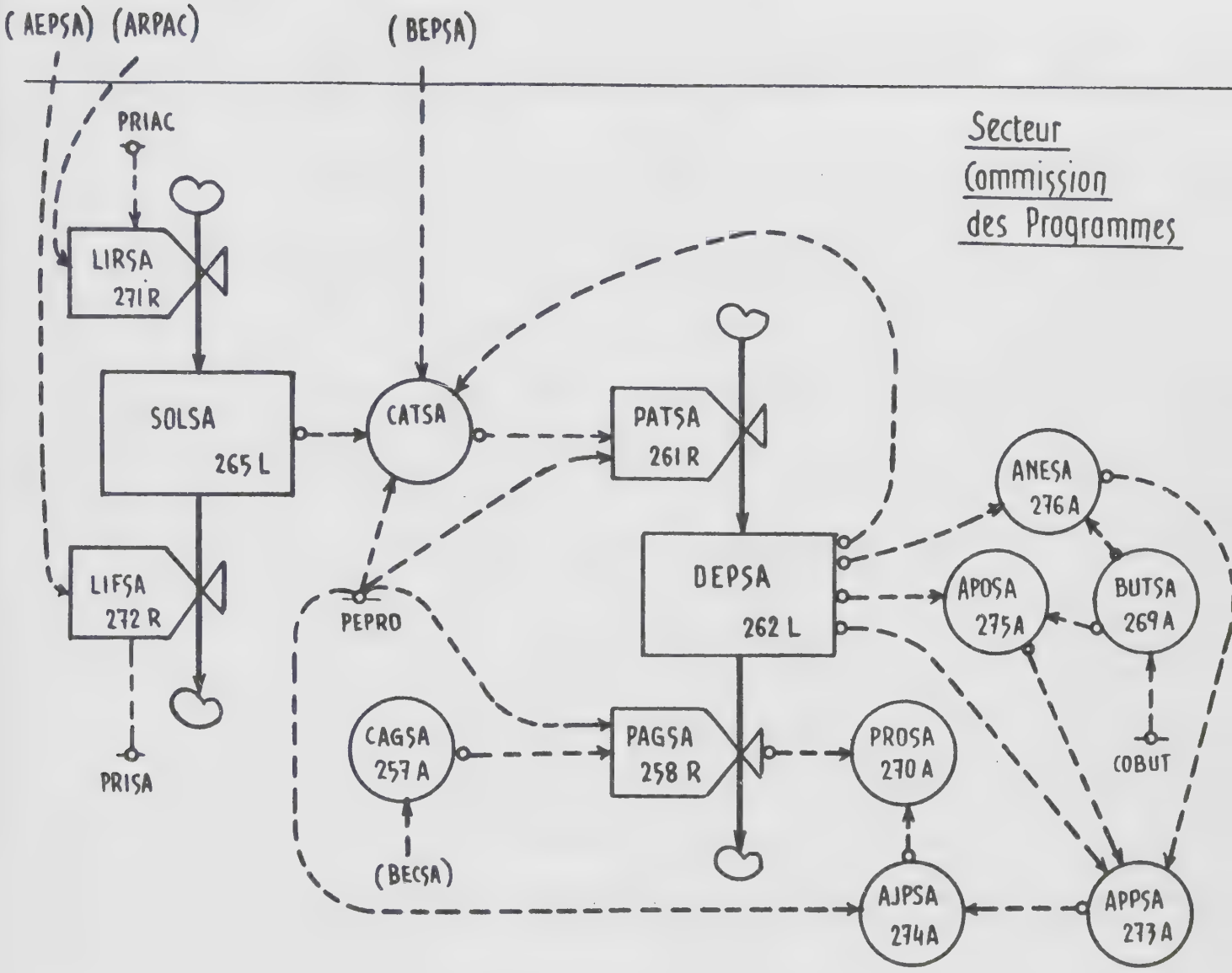
avec

BUTSA.K = (BEPSA.K) (COBUT)	(269)

BUTSA = BUtoir de la SACM

BEPSA = Besoins Exprimés au titre du Programme par la SACM

COBUT = COnstante BUtoir (= O,15)


(AEPSA) (ARPAC)
(BEPSA)
PRIAC
Secteur
Commission
des Programmes
LIRSA
271 R
SOLSA
265 L
CATSA
PATSA
261 R
ANESA
276 A
LIFSA
272 R
PEPRO
DEPSA
262 L
APOSA
275 A
BUTSA
269 A
PRISA
CAGSA
257 A
PAGSA
258 R
PROSA
270 A
COBUT
(BECSA)
AJPSA
274 A
APPSA
273 A

i.- Secteur Concurrence

La dernière partie du modèle est consacrée à une description sommaire du système de production distribution des câbleries concurrentes adhérant aux accords de rationalisation.

Une première série d'équations décrit la distribution des câbles aux utilisateurs

CIDCO.K = CIDCO.J + (DT) (CUDCO.JK - CLUCO.JK) (287)

CIDCO = Commandes en Instances dans les Dépôts de la COncurrence

CUDCO = Commandes des Utilisateurs aux Dépôts de la COncurrence

CLUCO = Commandes Livrées aux Utilisateurs par la COncurrence

Le volume des commandes relatives aux câbles fabriqués par la câblerie de Clichy est défini par

CICSA.K = (CIDCO.K) (PACCO) (PAMSA) (284)

CICSA = Commandes en Instance dans les dépôts de la Concurrence (câbles SACM)

PACCO = Part Absolue Corrigée de la Concurrence pour les câbles SACM (=0,80)

PAMSA = Part Absolue du Marché de la SACM

Les commandes livrées aux utilisateurs sont le cumul des livraisons en câbles fabriqués par la SACM et en autres câbles :

CLUCO.KL = LICSA.JK + LICAC.JK (289)

LICSA = LIvraisons de la Concurrence (câbles SACM)

LICAC = LIvraisons de la Concurrence (Autres Câbles)

Chacun de ces deux termes est calculé de façon à ne pas épuiser les stocks disponibles;

LICSA.KL = CLIP (LUCSA.K,NEGSA.K,NEGSA.K, LUCSA.K (277)

avec

NEGSA.K = SECSA.K / DT (333)

LUCSA = Livraisons aux Utilisateurs par la Concurrence (câbles SACM)

SECSA = Stock Existant à la Concurrence (câbles SACM)

et de même :

LICAC.KL = CLIP (LUCAC.K,NEGAC.K,NEGAC.K,LUCAC.K)(332)

avec

NEGAC.K = SECAC.K / DT (334)

LUCAC = Livraisons aux Utilisateurs par la Concurrence (Autres Câbles)

SECAC = Stock Existant à la Concurrence (Autres Câbles)

Par ailleurs :

LUCSA.K = CICSA.K / DECSA.K (251)

CICSA = Commandes en Instance dans les dépôts de la Concurrence (câbles SACM)

DECSA = DElai de livraison de la Concurrence (câbles SACM)

et

LUCAC.K = (1/DECAC.K) (CIDCO.K - CICSA.K) (290)

CIDCO = Commandes en Instance dans les Dépôts de la Concurrence

DECAC = DElai de livraison de la Concurrence (Autres Câbles)

avec

DECSA.K = DEMIC + DERSA.K	(294)

DEMIC = DElai MInimum de la Concurrence (=0,1)

DERSA = DElai Rémanent pour les câbles SACM

et

DECAC.K = DEMIC + DERAC.K	(299)

DERAC = DElai Rémanent pour les Autres Câbles

où

DERSA.K = (DEREC) (SICSA.K)/SECSA.K	(295)

et

DERAC.K = (DEREC) (SICAC.K)/SECAC.K	(297)

DEREC = DElai REmanent de la Concurrence
SICSA = Stock Idéal de la Concurrence (câbles SACM)
SECSA = Stock Existant à la Concurrence (câbles SACM)
SICAC = Stock Idéal de la Concurrence (Autres Câbles
SECAC = Stock Existant à la Concurrence (Autres Câbles)

La série d'équations suivante décrit les procédures de gestion des stocks :

SECSA.K = SECSA.J + (DT)(ARCSA.JK-LICSA.JK)	(300)

ARCSA = Approvisionnement Reçu par la Concurrence (câbles SACM)

LICSA = LIvraisons de la Concurrence (câbles SACM)

avec :

ARCSA.KL = DELAY3 (AECSA.JK, DETRA)	(304)

AECSA = Approvisionnement Expédié à la Concurrence (câbles SACM)

DETRA = DElai de TRAnsport (= 1,5)

De même :

SECAC.K = SECAC.J + (DT)(ARCAC.JK-LICAC.JK)	(302)

ARCAC = Approvisionnement Reçu par la Concurrence (Autres Câbles)

LICAC = LIvraisons de la Concurrence (Autres Câbles)

avec :

ARCAC.KL = DELAY 3 (AICAC.JK, DETRA)	(278)

et :

AICAC.KL = LICAC.JK + (1/DASCO)(SICAC.K-SECAC.K)	(280)

AICAC = Approvisionnement Idéal de la Concurrence (Autres Câbles)

DASCO = Délai d'Ajustement du Stock de la COncurrence.

Par ailleurs :

SICSA.K = (RONOC) (MOCSA.K)	(309)

SICSA = Stock Idéal de la Concurrence (Câbles SACM)

RONOC = ROtation NOrmale des stocks de la Concurrence.

MOCSA = MOyenne des ventes de la Concurrence (Câbles SACM)

avec :

MOCSA.K = MOCSA.J + (DT)(1/COLIC)(LICSA.J-MOCSA.J)(312)

COLIC = COnstante de LIssage de la Concurrence

LICSA = LIvraison de la Concurrence (Câbles SACM)

et de même :

SICAC.K = (RONOC) (MOCAC.K) (310)

avec :

MOCAC.K = MOCAC.J + (DT)(1/COLIC)(LICAC.J-MOCAC.J)(314)

MOCAC = MOyenne des ventes de la Concurrence (Autres Câbles)

LICAC = LIvraison de la Concurrence (Autres Câbles)

Enfin, des règles de décisions particulières ont été incorporées dans la série d'équation décrivant le système de réapprovisionnement de la concurrence, afin de pouvoir simuler certaines politiques de surstockage ou de retards de livraison volontaires :

BACSA.K = SWITCH (DACSA.K, MOCSA.K, PODEC.K) (318)

BECSA = Besoins Exprimés par la Concurrence (Câbles SACM)

DACSA = Décision d'Approvisionnement de la Concurrence (Câbles SACM)

PODEC = POint de DEcision de la Concurrence.

avec :

DACSA.K = (CODEC) (MOCSA.K) (317)

CODEC = COefficient de DEcision de la Concurrence (=2)

et :

PODEC.K = MODEC - TIME.K	(321)

MODEC = MOment de DEcision de la Concurrence

D'une manière analogue :

DELIC.K = SWITCH (RELIC.K, DEFAC.K, PORUC.K)	(323)

DELIC = DÉlai de LIvraison de la Concurrence
RELIC = REtard de LIvraison de la Concurrence
DEFAC = DElai de FAbrication de la Concurrence
PORUC = POint de RUpture de la Concurrence

avec :

DEFAC.K = (DENOC)(SICAC.K)/SECAC.K	(331)

DENOC = DElai NOrmal de la Concurrence (=4)

et :

RELIC.K = DEFAC.K + RERUC	(328)

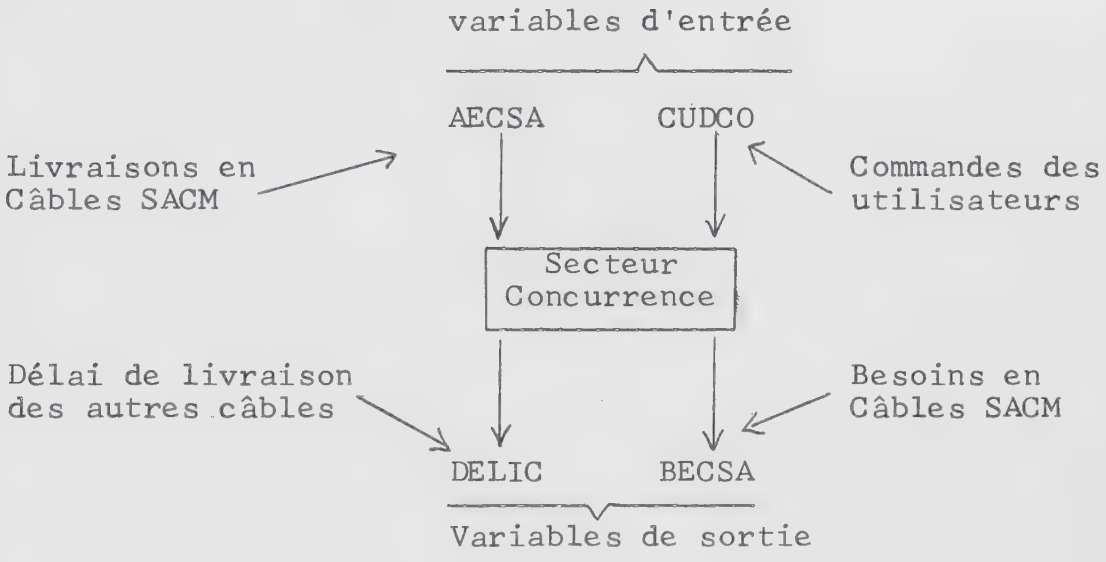
RERUC = REtard de RUpture de la Concurrence (=6)

et :

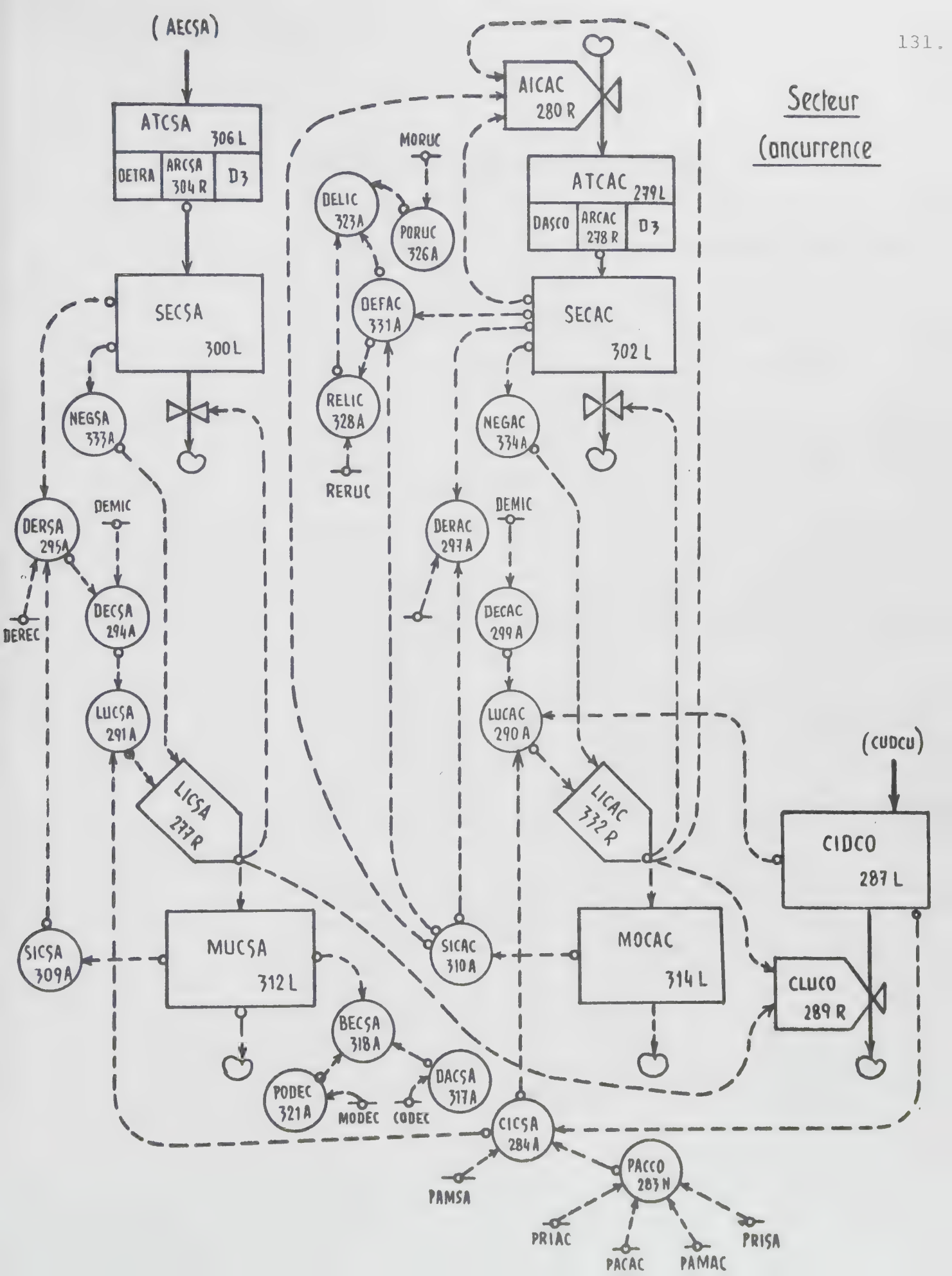
PORUC.K = MORUC - TIME.K	(326)

MORUC = MOment de RUpture de la Concurrence.

Le schéma global du secteur concurrence est ainsi le suivant :



Le schéma détaillé figure page suivante.


Secteur
Concurrence
(AECSA)
ATCSA 306 L
DETRA
ARCSA 304 R
D3
SECSA 300 L
NEGSA 333A
DERSA 295A
DEMIC
DEREC
DECSA 294A
LUCSA 291A
LICSA 297R
SICSA 309A
MUCSA 312 L
BECSA 318A
PODEC 321A
MODEC
CODEC
DACSA 317A
CICSA 284A
PAMSA
PACCO 283N
PRIAC
PACAC
PAMAC
PRISA
AICAC 280 R
MORUC
DELIC 323A
PORUC 326A
DEFAC 331A
RELIC 328A
RERUC
ATCAC 279L
DASCO
ARCAC 278 R
D3
SECAC 302 L
NEGAC 334A
DERAC 297A
DEMIC
DECAC 299A
LUCAC 290A
LICAC 332 R
SICAC 310A
MOCAC 314 L
(CUDCU)
CIDCO 287 L
CLUCO 289 R

2.3.- Résumé de la description du modèle

Le modèle comporte quatre parties principales :

- une représentation sommaire du marché des câbles électriques ;

- une représentation du système de production - distribution de la Câblerie de Clichy ;

- une représentation du système de production - distribution de la concurrence :

- une représentation du fonctionnement de la commission des programmes établissant la liaison entre ces deux systèmes dans le cadre des accords de rationalisation.

Les deux groupes principaux de variables du modèle sont les flux des câbles fabriqués par la Câblerie de Clichy d'une part, par la concurrence d'autre part. Ces variables représentent, du point de vue économique, une aggrégation des variables multiples correspondant aux flux de chacun des types de câbles fabriqués de part et d'autre.

Par rapport à ces variables, les deux systèmes de production - distribution sont en équilibre partiellement homéostatique, puisque la production de l'un est distribuée partiellement par l'autre et réciproquement : cette configuration est la caractéristique la plus originale du modèle, et en explique le comportement très stable vis-à-vis des sollicitations externes.

Pour conclure cette description, nous allons examiner le mode d'utilisation pratique du modèle. On peut assimiler l'ensemble des équations qui viennent d'être présentées à une "maquette" numérique du système de production distribution étudié, sur laquelle il va être possible de réaliser des expériences. La valeur de ces expériences relativement à la compréhension du système réel est évidemment liée à la validité du modèle, c'est-à-dire à l'analogie entre son comportement et celui du système réel : nous en discuterons au paragraphe suivant, à propos des résultats obtenus

Bornons-nous ici à indiquer comment il est possible de soumettre le modèle à un plan d'expérience, quelles sont les manipulations envisageables sur cette "maquette".

A priori, chacune des lignes d'instruction peut être manipulée de manière à provoquer un changement dans la structure du modèle et à en étudier les conséquences sur son comportement.

Pratiquement, il serait aberrant d'agir ainsi pour les raisons suivantes :

- la majeure partie des équations et des constantes incluses dans le modèle constituent la représentation descriptive des structures du système réel à simuler : les modifier retirerait toute signification au modèle.

- la caractéristique essentielle du modèle étant d'être constitué de sous-systèmes étroitement couplés par des boucles de rétroaction, l'interprétation des conséquences de la modification d'une équation quelconque sur le comportement d'ensemble du modèle est extrêmement délicate ;

- le nombre important d'équations du modèle confère à la préparation d'un plan d'expérience portant sur la totalité des variables un aspect combinatoire rapidement inextricable.

Il résulte de ces considérations qu'il serait illusoire de considérer cette maquette comme un modèle isomorphe du système étudié sur lequel il serait possible de réaliser n'importe quelle expérience : en fait, une telle maquette ne peut être construite que dans l'optique d'un certain nombre d'expériences prévues à l'avance, et pour lesquelles des dispositifs de commande ont été inclus à priori.

En l'occurrence, sept de ces dispositifs ont été incorporés dans le modèle :

1.- une fonction de demande "réglable" par l'intermédiaire des équations 3 et 5 :

TOBUC.K = BUCIN + TEST 1.K

avec : TEST 1.K = STEP (BEMAX,TOPBE)

Deux possibilités de réglage sont offertes par ce dispositif :

a.- réglage de la date de l'input exogène (valeur de TOPBE)

b.- réglage de la nature de l'input exogène (opérateur STEP remplacé par un autre opérateur = PULSE, RAMP, ...).

2.- Une politique de réapprovisionnement de la Câblerie de Clichy auprès de la concurrence, réglable par l'intermédiaire des équations 151, 154 et 156 :

BEPAC.K = SWITCH (DESAC.K,MORAC.K,PODES.K)

DESAC.K = (CODES)(MORAC.K)

PODES.K = MODES - TIME.K

Là encore, il est possible de régler, soit la date de la variation de politique (valeur de MODES), soit la nature de cette variation (opérateur définissant DESAC).

3.- Une fonction de valeur ajoutée en fabrication, réglable, comme pour la demande, par deux équations, 175 et 177 :

VAFSA.K = VAFIN + TEST 2 - K

TEST 2.K = STEP (VAMAX,TOPVA)

4.- Une fonction de charge des ateliers, réglable, comme précédemment, par deux équations 182 et 184 :

COSPE.K = COSIN + TEST 3.K

TEST 3.K = STEP (COMAX,TOPCO)

5.- Une fonction de cours du cuivre, réglable, comme précédemment, par deux équations 207 et 209

COMAR.K = COMIN + FLUCO.K + TEST 4.K

TEST 4.K = STEP (COMAX, TOPMA)

6.- Une politique de réapprovisionnement de la concurrence auprès de la Câblerie de Clichy, réglable par trois équations 317, 318, 321 :

BECSA.K = SWITCH (DACSA.K, MOCSA.K, PODEC.K)

DACSA.K = (CODEC)(MOCSA.K)

PODEC.K = MODEC - TIME.K

7.- Une politique de livraison de la concurrence à la Câblerie de Clichy, réglable par trois équations 323, 326, 328 :

DELIC.K = SWITCH (RELIC.K, DEFAC.K, PORUC.K)

RELIC.K = DEFAC.K + RERUC

PORUC.K = MORUC - TIME.K

Les résultats que nous allons maintenant présenter correspondent donc à l'utilisation de certains de ces réglages : il convient de préciser à ce propos que l'objectif primaire de ce modèle résidait dans sa construction même, c'est-à-dire, dans l'utilisation du compilateur DYNAMO. Les résultats économiques de son exploitation, s'ils présentent un intérêt certain, ne constituaient qu'un objectif secondaire : ceci explique que toutes les possibilités de "réglage" du modèle n'aient pas été utilisées.

3.- Résultats

Parmi les exploitations du modèle, nous avons retenu pour les commenter seulement trois simulations, dont l'interprétation économique est apparue intéressante.

Mais il est évident qu'un nombre beaucoup plus important d'observations pourraient être effectuées, en utilisant les seuls réglages prévus ou en modifiant la structure du modèle. Trois raisons expliquent la limitation volontaire du nombre d'observations auxquelles nous nous sommes cantonnés :

- pour conduire à des résultats utilisables, les observations doivent porter sur un modèle dont le "réalisme" a été vérifié en tous points : structure logique, hypothèses relatives aux règles de décision, valeurs numériques des constantes et des fonctions incorporées.

  Seule, la validité du premier point peut être assurée dans le modèle que nous avons exploité, car elle découle directement de la qualité de l'analyse préalable que nous avons pu soumettre aux personnes compétentes de la Câblerie de Clichy. Par contre, les hypothèses du second point et les valeurs numériques des constantes du troisième point n'ont pu être validées avec la même rigueur : il aurait fallu pour cela associer les cadres responsables de la Câblerie de Clichy très étroitement à leur examen, ce qu'excluait le caractère bénévole de leur participation à ce travail universitaire, par ailleurs nécessairement personnel.

- l'objectif principal que nous nous étions fixé n'était pas la recherche de résultats économiquement significatifs : il s'agissait d'abord d'aboutir à des conclusions d'ordre méthodologique sur la construction de modèles de simulation et, plus particulièrement l'utilisation et les possibilités d'amélioration d'un outil comme le compilateur DYNAMO.

- enfin, le budget forcément limité de temps-machine auquel nous étions contraint excluait de recourir à un nombre de traitements trop élevé : les pourcentages de ce budget respectivement consacrés à la mise au point de modèle (80 %) et à son exploitation (20 %) ne sauraient à cet égard être considérés comme normaux que dans le cadre de la recherche universitaire où nous étions placés.

Dans un autre cadre, celui du service d'études économiques d'une entreprise par exemple, il est certain que les proportions inverses (20 % mise au point, 80 % exploitation) constitueraient, sinon la cible à atteindre, du moins un seuil de rentabilité.

Les trois exploitations que nous allons commenter correspondent à l'étude d'une politique d'accroissement de la part du marché de la Câblerie de Clichy, dans le cadre des accords de rationalisation, et dans trois configurations de l'environnement :

a.- Marché des câbles stable
Marché du cuivre normal

b.- Marché des câbles stable
Marché du cuivre soumis à un doublement des cours à la 5ème semaine de simulation.

c.- Marché des câbles soumis à un accroissement brutal de la demande de + 10 % à la 5ème semaine de simulation.

La politique d'accroissement de marché dont nous avons fait l'hypothèse utilise comme seul moyen l'accroissement relatif du service à la clientèle, mesuré par la différence entre les délais de livraison moyens du réseau de distribution de la Câblerie de Clichy et de ses concurrents ; ce délai de livraison moyen résulte de l'agrégation des délais de livraison de chaque type de câble, et mesure donc en fait la proportion de ruptures de stock portant sur des types de câbles spécifiques.

Les résultats obtenus sont les suivants :

a.- La politique d'accroissement du service à la clientèle se traduit par une augmentation sensible des stocks : les stocks dans les dépôts passent d'une valeur initiale de 43,200 tonnes à une valeur maximale de 48,900 tonnes, pour les câbles fabriqués par la Câblerie de Clichy et, pour les autres câbles, d'une valeur initiale de 100, 800 tonnes à une valeur maximale de 119,930 tonnes.

Cet accroissement des stocks nécessite une augmentation des approvisionnements qui se traduit :

- pour les câbles fabriqués par la Câblerie de Clichy, par une augmentation des cadences de fabrication qui passent de 25,5 tonnes par semaine au début de la simulation à 28,5 tonnes par semaine dès la huitième semaine.

- pour les autres câbles, par une augmentation des programmes qui entraine un déséquilibre des échanges : les règlements de la concurrence à la Câblerie de Clichy restent d'un bout à l'autre de la simulation, sensiblement voisins de 201.000 francs par semaine. Au contraire, ceux de la Câblerie de Clichy à la concurrence passent de 201.000 francs à 214.000 francs par semaine à la vingtième semaine, pour retomber en fin de simulation à 209.000 francs par semaine à cause du mécanisme d'équilibrage en valeur des échanges.

Néanmoins, le temps de réponse de ce mécanisme ne permet pas de rééquilibrer la balance des échanges, qui, au bout de 48 semaines de simulation, reste débiteur de 215.000 francs pour la Câblerie de Clichy, soit environ une semaine de livraisons.

Pendant cette période, le cours du cuivre subit des fluctuations aléatoires qui se traduisent par des variations importantes du coût des approvisionnements, qui, de 106.000 francs par semaine au début de la simulation, varient entre 72.000 francs et 133.000 francs par semaine. Au total, compte tenu de l'augmentation des cadences de production qui entraîne une augmentation du volume des approvisionnements, leur coût moyen augmente et se traduit, en fin de simulation, par un écart cumulé de l'ordre de + 100.000 francs par rapport au coût normal en début de simulation.

Enfin, le niveau de trésorerie diminue constamment en cours de simulation jusqu'à atteindre la valeur, en fin de simulation de - 858.000 francs par rapport à la valeur initiale. Ce résultat s'explique par :

- le déséquilibre des échanges (- 215.000 francs)
- l'augmentation du coût des approvisionnements (- 100.000 francs)
- l'augmentation du volume des stocks, et en particulier, de celui du magasin central qui, à partir de la dixième semaine, commence à gonfler du fait de l'accroissement des cadences de fabrication.

En effet, l'accroissement corrélatif des ventes aux utilisateurs et de la part du marché reste très faible par rapport à l'effort de promotion engagé : la part de marché globale de la Câblerie de Clichy passe de 4 % en début de simulation à 4,17 % en fin de simulation.

Il convient de noter, pour terminer cette description des résultats de la première exploitation, que l'introduction d'une procédure de contrôle financier aurait rendu le comportement du modèle plus réaliste : il est en effet peu vraisemblable que dans la réalité, la situation de trésorerie aurait pu se détériorer impunément dans de telles proportions pendant une année entière : des mesures d'assainissement auraient été prises portant en particulier sur la réduction des cadences de fabrication devant la mollesse des réactions du marché aux efforts promotionnels.

Le tableau d'ensemble des résultats figure pages suivantes :

TIME	CUDSA CUDAC CUDCO	DIDSA DIDAC PIRSA	SEDSA SEMSA STOCU	SEDAC SEMAC DELIC	ARMSA MORSA RIMSA	ARMAC MORAC ARPAC	COFAB MOPSA AEPSA	NITRE ASPEC APPRO	AGIRM AMARC APTOC	AECSA RECSA TOTEN	VAREC COUAP TOTDE	PROSA SOLSA MOCSA	PAGSA PATSA AJPSA	SECSA SECAC MOCAC
E+00	E+00 E+00 E+00	E-03 E-03 E-03	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+03 E+00	E+00 E+03 E+00	E+00 E+00 E+00
.000	7.1314 16.869 576.00	.000 .000 40.000	43.200 28.80 102.11	100.80 67.200 4.0000	7.200 7.2000 7.200	16.800 16.800 .000	25.527 25.527 .00	.00 .0000 25.527	4.766 20.762 25.527	18.327 201.60 585.60	201.60 106.12 586.52	201.60 .000 18.327	201.60 .0 .000	73.309 2230.7 557.67
2.000	7.1431 16.838 576.02	.335 2.153 39.968	43.210 28.80 102.17	100.33 68.655 4.0000	7.209 7.2008 7.225	16.559 16.559 33.951	25.528 25.527 36.66	16.97 4.7946 25.778	2.699 27.621 30.320	18.302 201.59 585.60	200.81 112.51 592.12	201.60 .003 18.327	201.60 .0 .000	73.308 2230.7 557.67
4.000	7.1812 16.739 576.08	.206 9.353 39.868	43.159 29.12 104.05	98.87 68.839 4.0001	7.888 7.2628 7.947	16.742 16.743 .726	25.590 25.529 .62	17.52 4.0615 27.479	6.567 22.981 29.548	17.621 200.95 585.11	200.18 129.91 609.09	201.60 .012 18.327	201.60 .0 .000	73.233 2230.6 557.68
6.000	7.3288 16.667 576.00	-15.930 7.406 39.993	43.938 29.67 108.49	99.34 66.483 4.0005	8.129 7.3956 8.095	17.121 17.123 33.873	25.723 25.539 38.85	-3.09 .0000 27.688	5.452 19.982 25.434	17.603 198.08 581.93	201.18 108.50 589.31	201.60 -.005 18.318	201.60 .0 .000	72.392 2230.5 557.69
8.000	6.9965 17.188 575.82	-34.967 -7.456 40.307	45.231 29.65 111.04	102.35 63.402 4.0009	7.829 7.4754 7.798	17.457 17.461 -.681	28.660 25.557 3.28	-1.73 .0000 26.283	11.660 13.766 25.425	17.994 196.61 579.71	203.55 116.17 599.90	233.03 -.068 18.280	201.09 .0 31.430	71.417 2230.3 557.71
10.000	7.1438 17.214 575.64	-47.431 -22.613 40.597	46.519 33.46 106.40	105.87 60.776 4.0010	10.252 7.5066 7.075	17.705 17.709 34.008	28.644 25.804 51.37	-53.21 .0000 26.231	13.741 14.765 28.507	18.383 197.96 581.75	206.44 129.56 632.12	232.52 -.343 18.232	201.09 .0 31.430	71.342 2230.4 557.72
12.000	7.2462 17.239 575.51	-51.542 -35.792 40.809	47.682 38.26 102.92	109.05 59.013 4.0000	10.308 7.5186 6.131	17.851 17.851 -1.547	28.720 26.032 14.64	-109.97 .0000 27.686	5.848 22.859 28.707	18.346 199.63 585.99	209.16 123.56 629.26	233.22 -.677 18.204	200.25 .0 32.132	71.930 2230.8 557.71
14.000	7.5571 17.025 575.42	-53.928 -46.107 40.970	48.421 43.47 101.80	111.84 57.997 3.9982	10.300 7.4929 5.055	17.936 17.928 34.068	28.618 26.242 62.78	-175.26 .0000 28.438	13.581 15.176 28.757	18.323 200.49 589.66	211.37 131.34 639.34	232.38 -1.196 18.198	200.25 .0 32.132	72.311 2231.7 557.66
16.000	7.6490 16.996 575.36	-55.090 -53.130 41.075	48.842 49.02 101.73	113.98 57.567 3.9965	10.288 7.4646 4.096	17.952 17.936 -1.828	28.604 26.432 26.15	-214.23 .0000 28.683	.000 28.762 28.762	18.307 200.90 592.40	212.98 80.50 590.09	232.53 -1.784 18.202	200.22 .0 32.286	72.530 2232.4 557.60
18.000	7.2782 17.404 575.32	-52.749 -58.620 41.138	48.874 54.74 101.99	115.67 57.607 3.9955	10.274 7.4275 3.022	17.932 17.912 34.027	28.564 26.605 74.10	-263.90 .0000 28.748	9.897 18.860 28.757	18.297 201.09 594.24	213.93 133.70 644.23	232.51 -2.553 18.209	200.22 .0 32.286	72.661 2232.6 557.53
20.000	7.6690 17.032 575.30	-51.630 -61.502 41.169	48.900 60.59 102.40	116.73 57.889 3.9955	10.245 7.3970 2.091	17.884 17.864 -1.799	28.522 26.761 37.51	-305.03 .0000 28.757	1.131 27.601 28.732	18.293 201.16 595.38	214.36 95.58 606.40	232.37 -3.392 18.216	200.38 .0 32.155	72.745 2232.3 557.46
22.000	7.0666 17.648 575.29	-48.598 -63.912 41.190	48.690 66.40 102.85	117.62 58.336 3.9963	10.222 7.3703 1.060	17.826 17.809 33.941	28.510 26.902 85.43	-371.55 .0000 28.742	.000 28.714 28.714	18.294 201.19 596.05	214.35 74.39 585.10	232.54 -4.414 18.224	200.38 .0 32.155	72.801 2231.6 557.39

TIME	CUDSA CUDAC CUDCO	DIDSA DIDAC PIRSA	SEDSA SEMSA STOCU	SEDAC SEMAC DELIC	ARMSA MORSA RIMSA	ARMAC MORAC ARPAC	CCFAB MOPSA AEPSA	NITRE ASPEC APPRO	AGIRM AMARC APTOC	AECSA RECSA TOTEN	VAREC COUAP TOTDE	PROSA SOLSA MOCSA	PAGSA PATSA AJPSA	SECSA SECAC MOCAC
24.000	7.1736	-48.543	48.646	118.08	10.200	17.760	28.476	-407.33	14.204	18.297	214.05	232.33	200.55	72.843
	17.544	-64.412	72.20	58.821	7.3550	17.748	27.031	.0000	14.493	201.21	129.53	-5.501	.1	2230.7
	575.28	41.196	103.31	3.9975	.155	-1.652	48.84	28.723	28.697	596.40	639.85	18.232	31.947	557.33
26.000	7.0338	-46.551	48.524	118.47	10.174	17.707	28.470	-458.15	.402	18.302	213.57	232.50	200.55	72.877
	17.686	-65.347	77.93	59.306	7.3343	17.701	27.147	.0000	28.274	201.23	89.48	-6.775	.1	2229.8
	575.28	41.199	103.77	3.9987	-.915	33.874	96.72	28.704	28.676	596.60	599.20	18.239	31.947	557.27
28.000	7.4634	-44.351	48.370	118.78	10.147	17.664	28.436	-523.06	.000	18.306	213.05	232.34	200.71	72.909
	17.250	-66.077	83.74	59.668	7.3142	17.663	27.252	.0000	28.652	201.27	82.69	-8.110	.7	2229.0
	575.29	41.189	104.24	3.9998	-1.844	-1.502	60.11	28.685	28.652	596.70	591.77	18.246	31.794	557.22
30.000	7.6250	-41.968	48.160	119.09	10.133	17.624	28.441	-577.31	9.960	18.309	212.54	232.50	200.71	72.940
	17.083	-66.733	89.47	59.989	7.3046	17.626	27.348	.0000	18.678	201.31	133.16	-9.634	.7	2228.5
	575.29	41.181	104.70	4.0005	-2.763	33.860	107.99	28.663	28.637	596.74	641.67	18.253	31.794	557.18
32.000	7.6525	-37.621	47.810	119.55	10.130	17.586	28.428	-627.61	.286	18.310	212.04	232.37	200.85	72.971
	17.051	-68.249	95.11	60.300	7.3036	17.589	27.436	.0000	28.346	201.35	88.36	-11.215	3.3	2228.2
	575.30	41.173	105.13	4.0007	-3.677	-1.353	71.37	28.646	28.632	596.76	596.36	18.259	31.660	557.15
34.000	7.0806	-35.978	47.667	119.81	10.135	17.547	28.448	-682.69	.000	18.310	211.57	232.51	200.85	73.001
	17.631	-68.778	100.67	60.603	7.3108	17.550	27.516	.0000	28.634	201.37	72.77	-12.988	3.3	2228.1
	575.29	41.185	105.53	4.0007	-4.514	33.865	119.24	28.636	28.634	596.73	580.32	18.264	31.660	557.13
36.000	7.4023	-37.738	47.775	119.81	10.151	17.507	28.449	-720.81	1.126	18.309	211.09	232.36	200.96	73.028
	17.304	-68.056	106.14	60.944	7.3250	17.509	27.592	.0000	27.520	201.39	95.26	-14.815	16.3	2228.2
	575.29	41.178	105.89	4.0004	-5.411	-1.192	82.63	28.634	28.646	596.71	602.41	18.269	31.516	557.11
38.000	7.0033	-37.113	47.777	119.93	10.155	17.481	28.461	-728.92	7.017	18.307	210.63	232.48	200.96	73.053
	17.709	-68.316	111.63	61.252	7.3267	17.482	27.662	.0000	21.629	201.39	127.49	-16.837	16.3	2228.3
	575.29	41.188	106.24	4.0001	-6.431	33.855	130.50	28.640	28.646	596.72	634.20	18.274	31.516	557.09
40.000	6.9921	-39.408	47.908	119.83	10.152	17.462	28.451	-764.80	1.416	18.306	210.25	232.39	201.05	73.075
	17.719	-67.233	117.27	61.453	7.3242	17.461	27.726	.0000	27.221	201.39	97.47	-18.911	81.5	2228.5
	575.29	41.186	106.61	3.9998	-7.319	-1.092	93.89	28.644	28.637	596.70	603.77	18.277	31.430	557.08
42.000	7.6187	-39.339	47.902	119.85	10.153	17.447	28.456	-780.48	13.101	18.305	209.93	232.48	201.05	73.092
	17.082	-67.017	122.88	61.639	7.3216	17.445	27.784	.0000	15.531	201.38	131.56	-21.182	81.5	2228.5
	575.30	41.168	106.98	3.9996	-8.342	33.846	141.79	28.640	28.632	596.70	637.55	18.280	31.430	557.07
44.000	7.2623	-40.025	47.921	119.82	10.142	17.442	28.442	-818.80	5.597	18.304	209.70	232.44	201.11	73.107
	17.442	-66.510	128.59	61.730	7.3108	17.440	27.838	.0000	23.016	201.37	122.13	-23.503	407.4	2228.5
	575.30	41.173	107.35	3.9995	-9.280	-1.045	105.18	28.634	28.613	596.68	627.81	18.283	31.392	557.06
46.000	7.6602	-39.963	47.870	119.85	10.140	17.434	28.443	-827.10	8.190	18.304	209.52	232.50	201.11	73.119
	17.036	-66.290	134.29	61.801	7.3064	17.432	27.887	.0000	20.414	201.36	130.41	-26.023	407.4	2229.4
	575.30	41.161	107.71	3.9996	-10.250	33.839	153.09	28.621	28.604	596.64	635.90	18.285	31.392	557.05
48.000	6.9912	-40.465	47.846	119.87	10.130	17.436	28.431	-857.91	8.577	18.305	209.40	232.50	201.16	73.130
	17.713	-65.953	140.02	61.831	7.2950	17.434	27.931	.0000	20.010	201.35	131.10	-28.593	2037.1	2229.3
	575.30	41.174	108.07	3.9997	-11.246	-1.031	116.49	28.609	28.586	596.61	636.41	18.287	31.382	557.04

b.- L'observation des effets d'une augmentation brutale des cours du cuivre confirme la remarque de la fin du paragraphe précédent : en effet, cette augmentation n'infléchit aucunement la politique commerciale de l'entreprise qui maintient des cadences élevées de fabrication, malgré la réduction de marge brute consécutive à l'augmentation des coûts de matières premières, et continue d'accroître le volume des stocks bien que la moitié de leur valeur soit constituée de cuivre acheté au prix fort. Cette simulation est donc éminemment peu réaliste quant au comportement de vente.

Par contre, le comportement d'achat de matière première est sensiblement modifié : les achats qui, dans la simulation du § (a.-) étaient surtout effectués sur le marché libre (80 % en moyenne contre 20 % auprès du GIRM), se déplacent maintenant pour porter, à 80 % en moyenne, sur le GIRM.

Néanmoins, les coûts d'approvisionnement croissent de 20 % en moyenne, et les résultats financiers sont catastrophiques : le niveau de trésorerie est, en fin de simulation, inférieur de 2.758.000 francs à sa valeur initiale.

TIME	CUDSA CUDAC CUDCO	DIDSA DIDAC PIRSA	SEDSA SEMSA STOCU	SEDAC SEMAC DELIC	ARMSA MORSA RIMSA	ARMAC MORAC ARPAC	COFAB MOPSA AEPSA	NITRE ASPEC APPRO	AGIRM AMARC APTOC	AECSA RECSA TOTEN	VAREC COUAP TOTDE	PRDSA SOLSA MOCSA	PAGSA PATSA AJPSA	SECSA SECAC MOCAC
E+00	E+00 E+00 E+00	E-03 E-03 E-03	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+03 E+00	E+00 E+06 E+00	E+00 E+00 E+00
.000	7.1314	.000	43.200	100.80	7.200	16.800	25.527	.0	4.766	18.327	201.60	201.60	201.60	73.309
	16.869	.000	28.80	67.200	7.2000	16.800	25.527	.0000	20.762	201.60	106.12	.000	.0	2230.7
	576.00	40.000	102.11	4.0000	7.200	.000	.00	25.527	25.527	585.60	586.52	18.327	.000	557.67
2.000	7.1431	.335	43.210	100.33	7.209	16.559	25.528	17.0	2.699	18.302	200.81	201.60	201.60	73.308
	16.838	2.153	28.80	68.655	7.2008	16.559	25.527	4.7946	27.621	201.59	112.51	.003	.0	2230.7
	576.02	39.968	102.17	4.0000	7.225	33.951	36.66	25.778	30.320	585.60	592.12	18.327	.000	557.67
4.000	7.1812	.206	43.159	98.87	7.888	16.742	25.590	17.5	6.567	17.621	200.18	201.60	201.60	73.233
	16.739	9.353	29.12	68.839	7.2628	16.743	25.529	4.0615	22.981	200.95	129.91	.012	.0	2230.6
	576.08	39.868	104.05	4.0001	7.947	.726	.62	27.479	29.548	585.11	609.09	18.327	.000	557.68
6.000	7.3288	-15.930	43.938	99.34	8.129	17.121	25.723	-6.7	25.000	17.603	201.18	201.60	201.60	72.392
	16.667	7.406	29.67	66.483	7.3956	17.123	25.539	.0000	.434	198.08	126.25	-.005	.0	2230.5
	576.00	39.993	108.49	4.0005	8.095	33.873	38.85	27.686	25.434	581.93	607.06	18.318	.000	557.69
8.000	6.9965	-34.967	45.231	102.35	7.829	17.457	28.660	-66.3	25.000	17.994	203.55	233.03	201.09	71.417
	17.188	-7.456	29.65	63.402	7.4754	17.461	25.557	.0000	.426	196.61	95.68	-.068	.0	2230.3
	575.82	40.307	111.02	4.0009	7.798	-.681	3.28	26.268	25.426	579.71	579.41	18.280	31.430	557.71
10.000	7.1438	-47.431	46.519	105.87	10.252	17.705	28.644	-189.2	25.000	18.383	206.44	232.52	201.09	71.342
	17.214	-22.613	33.46	60.776	7.5066	17.709	25.804	.0000	3.509	197.96	115.50	-.343	.0	2230.4
	575.64	40.597	106.35	4.0010	7.075	34.008	51.37	26.214	28.509	581.75	618.06	18.232	31.430	557.72
12.000	7.2462	-51.542	47.682	109.05	10.308	17.851	28.720	-324.7	25.000	18.346	209.16	233.22	200.25	71.930
	17.239	-35.792	38.26	59.013	7.5186	17.851	26.032	.0000	3.710	199.63	151.07	-.677	.0	2230.8
	575.51	40.809	102.85	4.0000	6.131	-1.547	14.64	27.682	28.710	585.99	656.77	18.204	32.132	557.71
14.000	7.5571	-53.928	48.421	111.84	10.300	17.936	28.618	-456.0	25.000	18.323	211.37	232.38	200.25	72.311
	17.025	-46.107	43.47	57.997	7.4929	17.928	26.242	.0000	3.760	200.49	118.63	-1.196	.0	2231.7
	575.42	40.970	101.72	3.9982	5.055	34.068	62.78	28.440	28.760	589.66	626.62	18.198	32.132	557.66
16.000	7.6490	-55.090	48.842	113.98	10.288	17.952	28.604	-605.5	18.993	18.307	212.98	232.53	200.22	72.530
	16.996	-53.130	49.02	57.567	7.4646	17.936	26.432	.0000	9.772	200.90	184.22	-1.784	.0	2232.4
	575.36	41.075	101.66	3.9965	4.096	-1.828	26.15	28.686	28.765	592.40	693.82	18.202	32.286	557.60
18.000	7.2782	-52.749	48.874	115.67	10.274	17.932	28.564	-753.6	25.000	18.297	213.93	232.51	200.22	72.661
	17.404	-58.620	54.74	57.607	7.4275	17.912	26.605	.0000	3.759	201.09	134.27	-2.553	.0	2232.6
	575.32	41.138	101.93	3.9955	3.022	34.027	74.10	28.751	28.759	594.24	644.80	18.209	32.286	557.53
20.000	7.6690	-51.630	48.900	116.73	10.245	17.884	28.522	-910.9	21.131	18.293	214.36	232.37	200.38	72.745
	17.032	-61.502	60.59	57.889	7.3970	17.864	26.751	.0000	7.604	201.16	176.95	-3.392	.0	2232.3
	575.30	41.169	102.34	3.9955	2.091	-1.799	37.51	28.760	28.735	595.38	687.77	18.216	32.155	557.46
22.000	7.0666	-48.598	48.690	117.62	10.222	17.826	28.510	-1041.3	17.953	18.294	214.35	232.54	200.38	72.801
	17.648	-63.912	66.40	58.336	7.3703	17.809	26.902	.0000	10.763	201.19	186.00	-4.414	.0	2231.6
	575.29	41.190	102.79	3.9963	1.060	33.941	85.43	28.745	28.716	596.05	696.71	18.224	32.155	557.39

TIME	CUDSA CUDAC CUDCO	DIDSA DIDAC PIRSA	SEDSA SEMSA STOCU	SEDAC SEMAC DELIC	ARMSA MORSA RIMSA	ARMAC MORAC ARPAC	COFAB MOPSA AEPSA	NITRE ASPEC APPRO	AGIRM AMARC APTOC	AECSA RECSA TOTEN	VAREC COUAP TOTDE	PRDSA SOLSA MOCSA	PAGSA PATSA AJPSA	SECSA SECAC MOCAC
24.000	7.1736	-48.543	48.646	118.08	10.200	17.760	28.476	-1201.9	25.000	18.297	214.05	232.33	200.55	72.843
	17.544	-64.412	72.20	58.821	7.3550	17.748	27.031	.0000	3.699	201.21	115.39	-5.501	.1	2230.7
	575.28	41.196	103.26	3.9975	.155	-1.652	48.84	28.726	28.699	596.40	625.71	18.232	31.947	557.33
26.000	7.0338	-46.551	48.524	118.47	10.174	17.707	28.470	-1320.0	20.402	18.302	213.57	232.50	200.55	72.877
	17.686	-65.347	77.93	59.306	7.3343	17.701	27.147	.0000	8.276	201.23	179.37	-6.775	.1	2229.8
	575.28	41.199	103.73	3.9987	-.915	33.874	96.72	28.706	28.678	596.60	689.10	18.239	31.947	557.27
28.000	7.4634	-44.351	48.370	118.78	10.147	17.664	28.436	-1426.0	19.430	18.306	213.05	232.34	200.71	72.909
	17.250	-66.077	83.74	59.668	7.3142	17.663	27.252	.0000	9.224	201.27	182.31	-8.110	.7	2229.0
	575.29	41.189	104.20	3.9998	-1.844	-1.502	60.11	28.687	28.653	596.70	691.40	18.246	31.794	557.22
30.000	7.6250	-41.968	48.160	119.09	10.133	17.624	28.441	-1549.0	25.000	18.309	212.54	232.50	200.71	72.940
	17.083	-66.733	89.47	59.989	7.3046	17.626	27.348	.0000	3.639	201.31	132.92	-9.634	.7	2228.5
	575.29	41.181	104.66	4.0005	-2.763	33.860	107.99	28.665	28.639	596.74	641.44	18.253	31.794	557.18
32.000	7.6525	-37.621	47.810	119.55	10.130	17.586	28.428	-1674.9	20.286	18.310	212.04	232.37	200.85	72.971
	17.051	-68.249	95.11	60.300	7.3036	17.589	27.436	.0000	8.348	201.35	179.47	-11.215	3.3	2228.2
	575.30	41.173	105.09	4.0007	-3.677	-1.353	71.37	28.647	28.634	596.76	687.47	18.259	31.660	557.15
34.000	7.0806	-35.978	47.667	119.81	10.135	17.547	28.448	-1795.8	17.707	18.310	211.57	232.51	200.85	73.001
	17.631	-68.778	100.67	60.603	7.3108	17.550	27.515	.0000	10.928	201.37	185.85	-12.988	3.3	2228.1
	575.29	41.185	105.50	4.0007	-4.514	33.865	119.24	28.637	28.636	596.73	693.40	18.264	31.660	557.13
36.000	7.4023	-37.738	47.775	119.81	10.151	17.507	28.449	-1916.6	21.126	18.309	211.09	232.36	200.96	73.028
	17.304	-68.056	106.14	60.944	7.3250	17.509	27.592	.0000	7.521	201.39	176.34	-14.815	16.3	2228.2
	575.29	41.178	105.86	4.0004	-5.411	-1.192	82.63	28.636	28.647	596.71	683.49	18.269	31.516	557.11
38.000	7.0033	-37.113	47.777	119.93	10.155	17.481	28.461	-2081.1	25.000	18.307	210.63	232.48	200.96	73.053
	17.709	-68.316	111.63	61.252	7.3267	17.482	27.662	.0000	3.647	201.39	145.56	-16.837	16.3	2228.3
	575.29	41.188	106.22	4.0001	-6.431	33.855	130.50	28.641	28.647	596.72	652.27	18.274	31.516	557.09
40.000	6.9921	-39.408	47.908	119.83	10.152	17.462	28.451	-2204.2	21.416	18.306	210.25	232.39	201.05	73.075
	17.719	-67.233	117.27	61.453	7.3242	17.461	27.726	.0000	7.222	201.39	175.03	-18.911	81.5	2228.5
	575.29	41.186	106.58	3.9998	-7.319	-1.092	93.89	28.645	28.638	596.70	681.33	18.277	31.430	557.08
42.000	7.6187	-39.339	47.902	119.85	10.153	17.447	28.456	-2350.2	25.000	18.305	209.93	232.48	201.05	73.092
	17.082	-67.017	122.88	61.639	7.3216	17.445	27.784	.0000	3.632	201.38	119.44	-21.182	81.5	2228.5
	575.30	41.168	106.95	3.9996	-8.342	33.846	141.79	28.641	28.632	596.70	625.43	18.280	31.430	557.07
44.000	7.2623	-40.025	47.921	119.82	10.142	17.442	28.442	-2472.5	25.000	18.304	209.70	232.44	201.11	73.107
	17.442	-66.510	128.59	61.730	7.3108	17.440	27.838	.0000	3.614	201.37	151.36	-23.503	407.4	2228.5
	575.30	41.173	107.33	3.9995	-9.280	-1.045	105.18	28.635	28.614	596.68	657.04	18.283	31.392	557.06
46.000	7.6602	-39.963	47.870	119.85	10.140	17.434	28.443	-2629.2	25.000	18.304	209.52	232.50	201.11	73.119
	17.036	-66.290	134.29	61.801	7.3064	17.432	27.887	.0000	3.605	201.36	140.19	-26.023	407.4	2228.4
	575.30	41.161	107.69	3.9996	-10.250	33.839	153.09	28.622	28.605	596.64	645.69	18.285	31.392	557.05
48.000	6.9912	-40.465	47.846	119.87	10.130	17.436	28.431	-2758.8	25.000	18.305	209.40	232.50	201.16	73.130
	17.713	-65.953	140.02	61.831	7.2950	17.434	27.931	.0000	3.587	201.35	138.38	-28.593	2037.1	2228.3
	575.30	41.174	108.05	3.9997	-11.246	-1.031	116.49	28.610	28.587	596.61	643.69	18.287	31.382	557.04

c.- Le test en échelon utilisé pour simuler un accroissement soudain de la demande de 10 % permet d'observer les caractéristiques de stabilité du système étudié vis-à-vis de sollicitations brutales de l'environnement.

Les résultats obtenus sont très significatifs : en effet, le réseau de distribution joue parfaitement son rôle de tampon vis-à-vis de la production et filtre la perturbation avec efficacité.

Les stocks des dépôts passent, pour les câbles fabriqués à la Câblerie de Clichy, d'une valeur initiale de 43,2 tonnes à la valeur finale de 54 tonnes (+25 % environ) et, pour les autres câbles, de 100,8 tonnes à 144,8 tonnes (+ 40 %).

Le stock du magasin central se comporte très différemment, puisqu'il passe pour les câbles fabriqués à la Câblerie de Clichy de 28,8 tonnes à 74 tonnes et, au contraire, pour les autres câbles de 67,2 tonnes à 34 tonnes : les caractéristiques du système d'échange entre câbleries apparaissent nettement sur cet exemple, chaque câblerie tendant, en cas de fluctuation brutale de la demande, à alimenter d'abord son propre réseau, au détriment de celui des concurrents, compte tenu du temps de réaction des programmes d'échanges.

L'évolution des restes à livrer sur programme est à cet égard très significative : les restes à livrer de la Câblerie de Clichy passent d'une valeur initiale nulle à 14 tonnes à la vingtième semaine, ceux des Câbleries concurrentes d'une valeur initiale nulle à 10 tonnes à la vingtième semaine.

Les livraisons de la concurrence aux utilisateurs pour les câbles fabriqués à la Câblerie de Clichy se ressentent de cette restriction des approvisionnements et sont soumis à des oscillations qui ne se stabilisent qu'à la trente-deuxième semaine.

Par contre, au niveau de la production, les cadences s'ajustent rapidement à leur nouvelle valeur (à la dix-septième semaine, soit trois périodes de programme seulement après la perturbation).

Au contraire, le stock de cuivre subit une oscillation de grande amplitude avant de se stabiliser, à la quarante-cinquième semaine, à une valeur supérieure de 20 % à sa valeur initiale : la politique d'achat, qui introduit une composante spéculative dans les approvisionnements est responsable de cette instabilité (de la quatorzième à la seizième semaine, les achats de cuivre passent de 24 à 53 tonnes, dont 28 tonnes correspondent à une opération spéculative).

Le niveau de la trésorerie suit bien entendu ces flcutuations, et varie de + 80.720 francs à - 174.670 francs par rapport à sa valeur initiale.

Enfin, la part de marché de la Câblerie de Clichy reste, dans cette hypothèse d'augmentation de la demande globale, la même que dans les deux exploitations précédentes : 4 % au début, 4,17 % à la fin de la simulation.

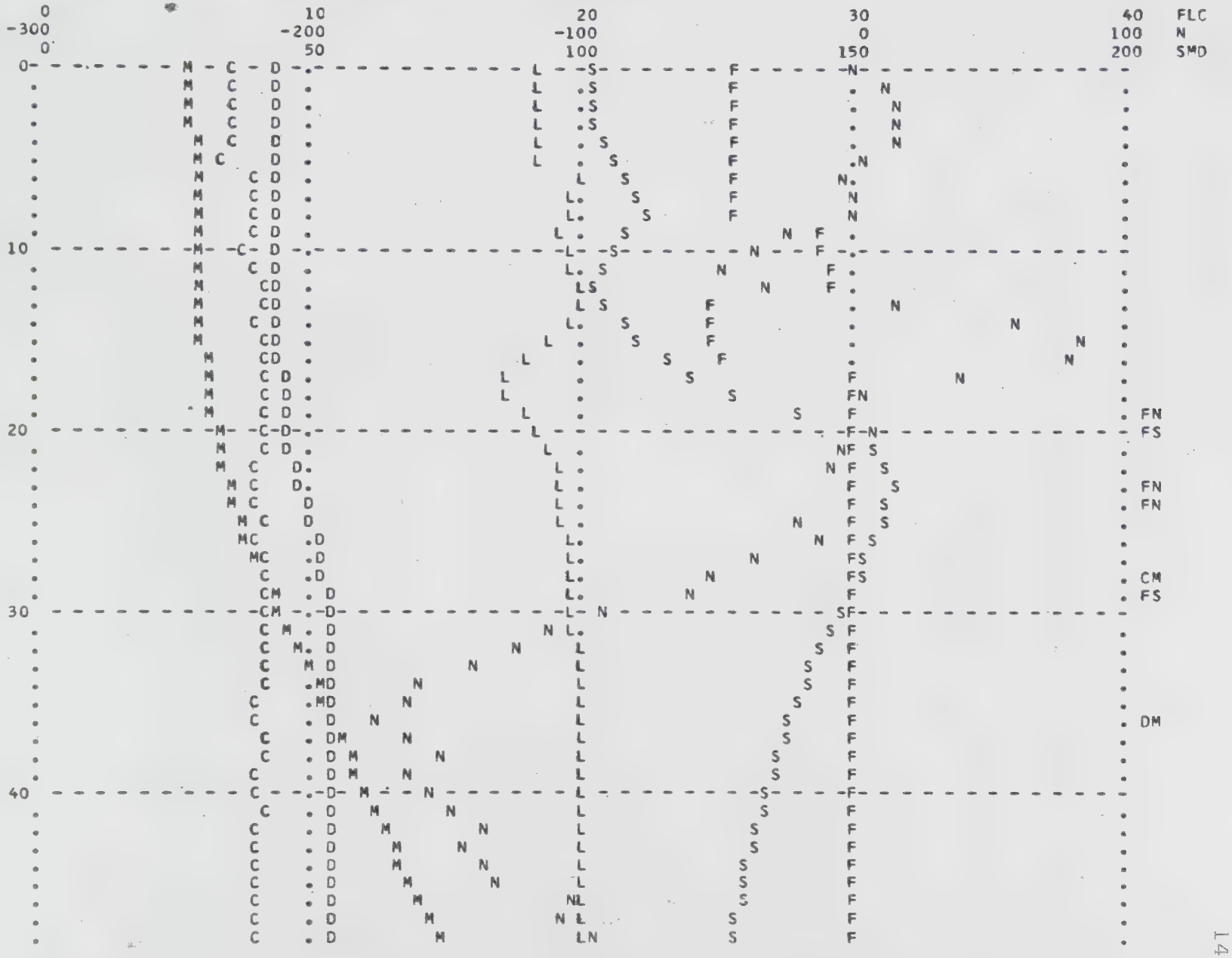
Cette stabilité remarquable est due à la nature même des liaisons existant entre la Câblerie de Clichy et ses concurrentes : les accords de rationalisation ont pour effet de coupler les systèmes de distribution des câbleries adhérentes au niveau de leur approvisionnement et de compenser à long terme toute augmentation de chiffre d'affaires dans une catégorie de câbles par une diminution dans une autre catégorie. Dans ces conditions, le déplacement des positions de chaque câblerie sur le marché ne peut être qu'un phénomène transitoire et de faible amplitude.

Le tableau des résultats de cette dernière exploitation et les graphiques correspondants figurent pages suivantes.

TIME	CUDSA CUDAC CUDCO	DIDSA DIDAC PIRSA	SEDSA SEMSA STOCU	SEDAC SEMAC DELIC	ARMSA MORSA RIMSA	ARMAC MORAC ARPAC	COFAB MOPSA AEPSA	NITRE ASPEC APPRO	AGIRM AMARC APTOC	AECSA RECSA TOTEN	VAREC COUAP TOTDE	PRDSA SOLSA MOCSA	PAGSA PATSA AJPSA	SECSA SECAC MOCAC
E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E-03	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00	E+00 E+03 E+00	E+00 E+06 E+00	E+00 E+00 E+00
.000	7.1314 16.869 576.00	.00000 .00000 40.000	43.200 28.800 102.11	100.80 67.200 4.0000	7.200 7.2000 7.2000	16.800 16.800 .000	25.527 25.527 .00	.00 .000 25.527	4.766 20.762 25.527	18.327 201.60 585.60	201.60 106.12 586.52	201.60 .000 18.327	201.60 .00 .000	73.309 2230.7 557.67
2.000	7.1431 16.838 576.02	.00033 .00215 39.968	43.210 28.802 102.17	100.33 68.655 4.0000	7.209 7.2008 7.2254	16.559 16.559 33.951	25.528 25.527 36.66	16.97 4.795 25.778	2.699 27.621 30.320	18.302 201.59 585.60	200.81 112.51 592.12	201.60 .003 18.327	201.60 .00 .000	73.308 2230.7 557.67
4.000	7.1812 16.739 576.08	.00021 .00935 39.868	43.159 29.118 104.05	98.87 68.839 4.0001	7.888 7.2628 7.9468	16.742 16.743 .726	25.590 25.529 .62	17.52 4.061 27.479	6.567 22.981 29.548	17.621 200.95 585.11	200.18 129.91 609.09	201.60 .012 18.327	201.60 .00 .000	73.233 2230.6 557.68
6.000	8.0601 18.326 633.61	-.01555 .00830 39.978	43.685 29.662 108.49	98.75 66.454 4.0507	8.102 7.3941 8.0551	16.905 17.119 33.904	25.721 25.539 38.84	-3.09 .000 27.688	5.452 19.981 25.433	17.642 198.09 581.93	201.16 108.50 589.28	201.60 -.005 18.374	201.60 .00 .000	71.712 2209.6 559.41
8.000	7.7280 18.945 633.33	-.04338 -.01158 40.414	43.645 29.607 111.05	98.68 62.257 4.2721	7.853 7.4687 7.8720	16.330 17.442 .668	28.650 25.556 3.19	.32 .000 26.285	11.660 13.757 25.416	17.912 196.81 581.21	200.62 116.12 597.67	232.99 -.055 18.569	204.25 .00 31.395	67.661 2122.2 566.65
10.000	7.8972 18.921 633.18	-.05760 -.02104 40.633	43.530 30.374 105.95	98.92 56.886 4.3992	8.284 7.5676 8.3230	16.211 17.829 37.969	28.990 25.825 47.46	-34.68 .000 26.276	13.741 15.113 28.854	20.642 203.55 598.95	198.33 131.56 630.40	235.65 -.241 18.697	204.25 .00 31.395	65.519 2083.9 572.97
12.000	7.9327 18.820 633.25	-.04172 -.02043 40.534	43.626 30.787 101.96	99.61 50.764 4.4093	8.577 7.7118 8.5713	16.570 18.265 5.295	24.460 26.085 6.34	-31.13 .000 27.923	5.848 23.357 29.205	20.534 212.83 622.95	197.32 125.64 625.27	184.23 -.317 18.841	207.26 .00 -20.022	67.127 2101.0 578.99
14.000	8.2834 18.446 633.27	-.04667 -.01536 40.499	44.043 30.410 108.07	101.41 44.931 4.3304	8.832 7.8492 8.8465	17.299 18.728 44.606	24.870 25.979 39.51	58.78 .000 28.058	13.581 11.089 24.669	15.996 207.78 629.32	199.20 107.98 586.46	187.23 -.089 19.001	207.26 .00 -20.022	67.016 2160.2 584.65
16.000	8.5707 18.298 633.13	-.09339 -.00949 40.710	44.737 31.012 115.30	103.88 40.110 4.2128	9.011 7.9954 8.9940	18.199 19.167 9.209	29.973 25.895 7.58	80.72 28.842 31.588	.000 53.341 53.341	15.994 195.07 620.85	204.24 149.28 633.74	241.76 .050 18.987	208.86 .00 34.501	62.116 2240.2 589.85
18.000	8.1962 18.678 633.13	-.10150 -.00837 40.718	45.368 32.183 128.91	107.08 36.607 4.0998	9.025 8.1225 8.8816	19.101 19.578 48.658	30.246 26.238 55.31	3.72 .000 41.572	9.897 19.105 29.002	20.899 199.02 624.49	211.65 134.92 654.47	243.36 .001 18.766	208.86 .00 34.501	60.589 2320.1 594.50
20.000	8.4428 18.277 633.28	-.05332 -.01111 40.485	46.436 33.046 149.08	110.62 34.245 4.0113	9.538 8.2514 9.0402	19.879 19.935 9.729	30.501 26.565 14.00	7.26 2.252 36.339	1.131 29.336 30.467	20.426 210.93 639.19	220.23 101.17 629.50	244.74 -.055 18.609	204.70 .01 35.883	66.044 2386.8 599.38
22.000	7.7231 18.994 633.28	-.03539 -.01943 40.480	47.801 34.383 156.42	114.74 32.804 3.9527	9.851 8.3704 8.8275	20.474 20.232 49.140	30.241 26.858 62.43	-6.41 .000 31.219	.000 27.959 27.959	20.123 216.26 646.60	228.78 72.43 609.36	240.58 -.200 18.617	204.70 .01 35.883	69.822 2434.1 601.34

TIME	CUDSA CUDAC CUDCO	CIDSA DIDAC PIRSA	SEDSA SEMSA STOCU	SEDAC SEMAC DELIC	ARMSA MORSA RIMSA	ARMAC MORAC ARPAC	COFAB MOPSA AEPSA	NITRE ASPEC APPRO	AGIRM AMARC APTOC	AECSA RECSA TOTEN	VAREC COUAP TOTDE	PROSA SOLSA MOCSA	PAGSA PATSA AJPSA	SECSA SECAC MOCAC
24.000	7.8568	-.03968	49.685	118.96	10.045	20.833	30.409	.32	14.204	19.943	236.34	241.51	205.64	72.031
	18.981	-.03050	36.191	31.976	8.4540	20.452	27.133	.000	13.799	218.19	125.47	-.441	.03	2459.3
	633.16	40.664	156.45	3.9268	8.4137	7.828	22.37	29.057	28.003	649.05	669.89	18.694	36.813	603.56
26.000	7.7394	-.04716	51.381	123.35	10.108	20.977	30.515	-13.54	.402	19.892	242.16	242.45	205.64	73.341
	19.264	-.04517	38.536	31.541	8.4745	20.603	27.403	.000	27.736	218.63	87.82	-.774	.03	2464.6
	633.00	40.915	154.31	3.9288	7.6569	47.808	70.37	28.701	28.138	649.53	638.09	18.795	36.813	605.18
28.000	8.2481	-.05390	52.657	127.54	10.066	20.946	30.530	-53.43	.000	19.942	246.00	242.86	207.94	74.156
	18.923	-.06036	41.465	31.290	8.4515	20.682	27.652	.000	28.305	218.74	81.69	-1.234	.15	2456.4
	632.83	41.168	151.29	3.9496	6.9938	5.857	30.56	28.308	28.305	650.27	635.95	18.904	37.228	606.37
30.000	8.4530	-.05791	53.414	131.33	9.967	20.800	30.700	-90.16	9.960	20.045	247.90	245.17	207.94	74.733
	18.860	-.07422	44.648	31.195	8.4116	20.688	27.897	.000	18.530	219.06	132.42	-1.784	.15	2442.3
	632.69	41.383	147.83	3.9783	6.3256	46.812	78.90	28.277	28.490	651.97	688.78	19.018	37.228	607.26
32.000	8.4980	-.05703	53.594	134.77	9.853	20.609	30.647	-124.28	.286	20.157	248.23	245.09	210.47	75.228
	18.922	-.08645	47.875	31.228	8.3666	20.637	28.120	.000	28.380	219.71	88.46	-2.447	.77	2428.6
	632.58	41.545	144.49	4.0054	5.6901	5.381	38.71	28.409	28.666	654.39	645.35	19.134	37.147	607.97
34.000	7.8664	-.05631	53.693	137.44	9.761	20.420	30.838	-160.47	.000	20.246	247.50	247.62	210.47	75.722
	19.637	-.09474	51.050	31.363	8.3275	20.546	28.338	.000	28.829	220.58	73.27	-3.195	.77	2419.4
	632.50	41.672	141.46	4.0247	5.1882	46.883	87.43	28.579	28.829	657.05	629.59	19.249	37.147	608.57
36.000	8.2203	-.05719	53.883	139.33	9.709	20.260	30.777	-174.67	1.126	20.294	246.19	247.24	212.95	76.240
	19.320	-.09902	54.066	31.620	8.3001	20.430	28.538	.000	27.848	221.46	96.32	-4.032	3.87	2416.3
	632.46	41.727	138.77	4.0334	4.6629	6.194	46.89	28.745	28.974	659.55	651.47	19.359	36.773	609.11
38.000	7.7709	-.05491	53.870	140.95	9.699	20.154	30.968	-152.90	7.017	20.300	244.74	249.72	212.95	76.772
	19.797	-.10197	57.062	31.953	8.2659	20.318	28.733	.000	22.089	222.18	129.52	-4.965	3.87	2418.8
	632.43	41.770	136.40	4.0326	4.0329	47.497	96.19	28.899	29.105	661.56	683.31	19.461	36.773	609.62
40.000	7.7518	-.05545	54.003	142.01	9.723	20.083	30.901	-155.43	1.416	20.273	243.44	249.33	215.05	77.289
	19.820	-.10205	60.215	32.310	8.2347	20.209	28.911	.000	27.805	222.61	99.39	-5.974	19.33	2425.1
	632.43	41.775	134.33	4.0251	3.5594	7.254	55.61	29.037	29.222	662.88	651.92	19.550	36.377	610.08
42.000	8.4405	-.05393	53.999	142.95	9.767	20.031	31.066	-134.34	13.101	20.229	242.35	251.43	215.05	77.763
	19.109	-.10203	63.404	32.747	8.2090	20.105	29.084	.000	16.225	222.74	135.47	-7.105	19.33	2433.0
	632.45	41.741	132.52	4.0148	2.9196	47.977	105.77	29.161	29.326	663.58	686.94	19.627	36.377	610.50
44.000	8.0413	-.05352	54.045	143.67	9.815	19.991	31.003	-135.18	5.597	20.181	241.49	251.08	216.59	78.170
	19.510	-.10144	66.802	33.192	8.1780	20.014	29.242	.000	23.820	222.62	125.45	-8.313	96.64	2440.5
	632.45	41.745	130.94	4.0048	2.3564	7.949	65.36	29.271	29.418	663.71	676.05	19.690	36.026	610.86
46.000	8.4789	-.05274	54.021	144.29	9.855	19.936	31.122	-104.56	8.190	20.142	240.74	252.62	216.59	78.502
	19.056	-.10113	70.295	33.673	8.1565	19.923	29.393	.000	21.310	222.34	134.56	-9.670	96.64	2446.2
	632.46	41.720	129.57	3.9974	1.7341	48.074	116.33	29.370	29.500	663.48	684.41	19.743	36.026	611.15
48.000	7.7365	-.05271	54.018	144.78	9.881	19.877	31.066	-97.62	8.577	20.117	240.03	252.31	217.65	78.764
	19.814	-.10089	73.912	34.154	8.1286	19.844	29.530	.000	20.995	222.01	135.75	-11.108	483.20	2449.6
	632.45	41.743	128.39	3.9934	1.0659	8.253	76.07	29.457	29.572	663.09	684.87	19.786	35.720	611.38

CLUSA=C, LUCSA=L, FABSA=F, SEDSA=D, SEMSA=M, STOCU=S, NITRE=N



4.- Conclusion

Les conclusions méthodologiques de cette étude du modèle de la Câblerie de Clichy portent sur deux domaines :

- le processus d'étude débutant par l'analyse de l'entreprise et aboutissant à l'interprétation des résultats du modèle.

- l'instrument d'étude que constitue le compilateur DYNAMO.

Nous allons les présenter dans cet ordre :

a.- Le processus d'étude :

La construction de ce modèle nous a permis de constater que l'utilisation des techniques de simulation sur ordinateur pouvait s'insérer naturellement et sans apporter de contrainte particulière dans une étude organisationnelle classique.

Si celle-ci avait été menée jusqu'à son terme, elle aurait comporté les étapes suivantes :

1.- Diagnostic préalable destiné à détecter les principaux problèmes qui se posent à l'entreprise, à les situer qualitativement (le problème des approvisionnements en cuivre est primordial alors que celui de la main d'œuvre est secondaire, par exemple) et à envisager les instruments d'étude à utiliser (en l'occurrence, un modèle de simulation).

2.- Analyse fine des secteurs de l'entreprise intéressés par ces problèmes, destinée à collecter les informations qui permettront d'en acquérir une connaissance quantitative (sources existantes d'approvisionnement en cuivre et parts respectives des achats à ces différentes sources, évolution des cours du cuivre, part du cuivre dans les prix de revient des différents types de câbles ...), à examiner les règles de décision pour en obtenir une représentation formelle, à observer les processus de production pour en dégager les variables principales.

3.- A la suite de cette analyse qui a pu mettre en évidence des phénomènes non perçus lors du diagnostic préalable, réitération sur cette phase initiale, puis sur une nouvelle analyse, jusqu'à ce que la perception des problèmes apparaisse satisfaisante : cette alternance de phases de réflexions (type 1) et d'observations (type 2) se manifeste par l'utilisation de méthodes de travail différentes (réflexion solitaire ou groupe de travail dans le premier cas, interviews et enquêtes sur le tas, éventuellement démultipliés en plusieurs équipes dans le second cas).

4.- A partir de la perception correcte des problèmes à traiter et de la somme d'informations recueillies, élaboration du modèle qui constitue une simple formalisation en langage mathématique de la description "littéraire" fournie par l'analyse. Il y a lieu de répéter ici que le modèle est construit en vue de l'étude des problèmes détectés et n'est en général utilisable que pour traiter ces seuls problèmes : ceci exclut l'éventualité d'un modèle isomorphe de l'entreprise considérée et, a fortiori, celle d'un modèle général représentant, par exemple, toute câblerie susceptible d'exister.

5.- Mise au point du modèle vis-à-vis :

- des contraintes du traitement sur ordinateur (respect des règles de syntaxe de la programmation) ;

- de sa signification économique (vraisemblance de son comportement par rapport à celui de l'entreprise réelle).

Cette phase s'accompagne nécessairement de réitérations sur l'Analyse (phase 2) destinées à collecter des informations supplémentaires permettant de valider ou de corriger le modèle, et sur l'élaboration (phase 4) permettant d'effectuer les corrections nécessaires.

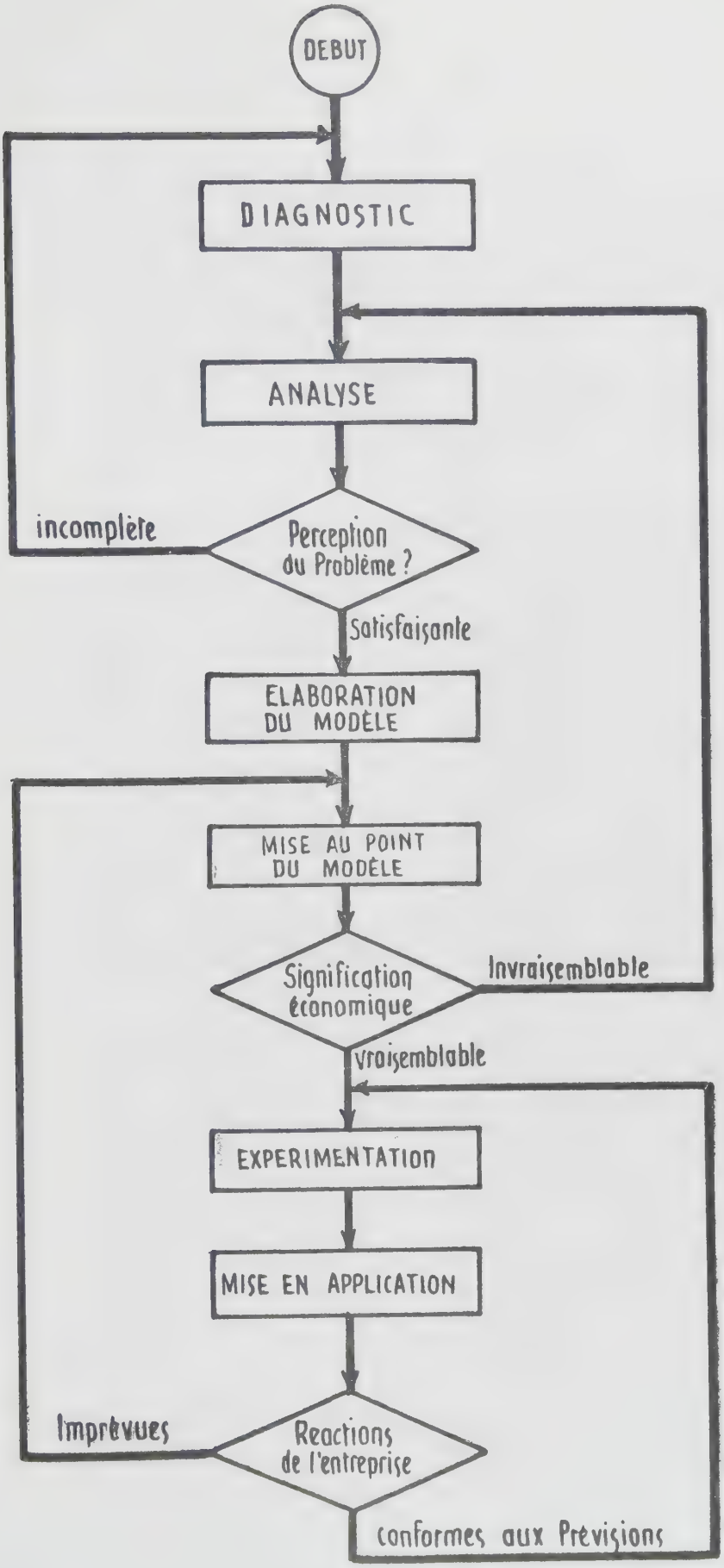
6.- Expérimentation sur le modèle de situations permettant de simuler le comportement de l'entreprise réelle en présence de modifications de son milieu externe (stratégie vis-à-vis de l'environnement) ou interne (amélioration des circuits d'information ou des règles de décision). Le but de ces expérimentations est de définir des stratégies, des circuits d'informations, des règles de décision permettant d'accroître les performances de l'entreprise face aux problèmes qu'elle doit affronter.

7.- Mise en application des modifications ainsi définies et suivi pas à pas des réactions de l'entreprise réelle à ces modifications, afin de les comparer à celles prévues par le modèle, d'engendrer immédiatement des actions correctrices en cas d'écart trop important, d'améliorer la qualité du modèle pour de nouvelles expérimentations.

A ce stade, le modèle devient un instrument de gestion, au même titre que, par exemple, un plan de trésorerie prévisionnel (qui n'est d'ailleurs qu'un exemple très simple de modèle de simulation).

Notre étude s'est pratiquement interrompue à la phase 5 de mise au point, et la réitération de la phase 3 a été court-circuitée : le modèle que nous avons décrit ne peut donc être présenté comme un instrument de gestion même potentiel, mais plutôt comme un exemple de ce que pourrait être un tel instrument.

En effet, ce dernier ne se distinguerait du modèle actuel que par quelques équations correspondant à des règles de décision plus réalistes et par des valeurs numériques de constantes plus vraisemblables : la fonction d'élasticité du marché par rapport aux délais ne serait, par exemple, pas linéaire, ou bien, les fluctuations des cours du cuivre, choisies arbitrairement dans notre modèle, auraient une distribution plus proche de celle que les chroniques mettent en évidence.


DEBUT
DIAGNOSTIC
ANALYSE
incomplète
Perception du Problème ?
Satisfaisante
ELABORATION DU MODÈLE
MISE AU POINT DU MODÈLE
Signification économique
Invraisemblable
Vraisemblable
EXPERIMENTATION
MISE EN APPLICATION
Imprévues
Reactions de l'entreprise
conformes aux Prévisions

b.- Le compilateur DYNAMO

Cet exemple aura montré la maniabilité et l'efficacité de ce compilateur qui, à notre connaissance, est l'outil le plus perfectionné existant actuellement pour la construction de modèles à variables continues.

Cependant, nous avons rencontré en cours d'élaboration de ce modèle quelques difficultés dues à ce compilateur et il paraît opportun de les signaler en conclusion de cette étude.

La première d'entre elles a un caractère purement technique : dans les types d'équations comportant un quotient, le compilateur ne teste pas avant d'exécuter l'opération si le terme diviseur est nul. Si, par suite d'une erreur d'écriture, le cas se produit, le système d'exploitation de l'ordinateur qui ne peut exécuter l'opération, commande l'édition d'une analyse de mémoire (DUMP). Une telle analyse en langage binaire, est malheureusement inexploitable, et le seul moyen de corriger le modèle consiste alors à rechercher par tâtonnement la variable incriminée afin d'assurer par une équation supplémentaire l'impossibilité qu'elle prenne une valeur nulle. Cette particularité du compilateur n'est pas génante lorsqu'elle est connue, puisqu'il suffit alors d'incorporer au modèle les équations de protection dès son écriture. Mais elle peut rendre la mise au point d'un modèle très malaisée lorsqu'on l'ignore.

La seconde difficulté, également technique, n'a pu être expliquée, et tient certainement elle aussi à une particularité ignorée du compilateur : dans certains cas, un modèle fonctionnant normalement et donnant des résultats convenables lors d'une première exploitation ne peut faire l'objet de simulations enchaînées (RERUN) Cette difficulté n'est génante que du point de vue de la dépense de temps machine, car il est toujours possible d'obtenir autant de simulations du modèle qu'on le désire en réalisant à chaque fois la compilation du modèle.

La troisième difficulté tient, elle, à la structure logique du compilateur, et sa discussion, permet d'envisager une intéressante amélioration de ce compilateur. Les équations de niveau définies par le compilateur n'admettent que des flux d'entrée-sortie symétriques (un flux d'entrée - un flux de sortie ...).

Cette disposition exclue la possibilité d'opérer, à partir d'un niveau, des regroupements, des sélections, ou des ventilations de flux. En fait, on peut tourner la difficulté en utilisant des équations de débit (RATE) effectuant ces opérations à partir d'autres équations de débit : on en trouve quelques exemples dans ce modèle, comme :

CLUSA.KL = CLISA. JK + CLIAC.JK

Mais cet artifice n'est mathématiquement pas rigoureux, car il détruit la séquence normale de calcul (les équations de débit ne devant être calculées qu'à partir d'équations auxiliaires ou de niveau).

Une amélioration du compilateur consisterait ainsi à lui adjoindre la possibilité d'opérations de niveau plus complexes que celles actuellement disponibles.

En particulier, la structure logique suivante semblerait très appropriée à ces opérations de niveau elle consiste à combiner des fonctions d'entrée (opérateurs logiques ET, ou exclusifs,...) et de sorties (opérateurs déterministes ou probabiliste) pour créer des opérateurs complexes du type :

(1)

(Le flux F3 est la somme du flux F1 et du flux F2)

ou bien :

(2)

(Un seul des deux flux F1 ou F2 est transformé par l'opérateur en un des flux F3, F4, F5, chacun d'eux étant affecté d'une certaine probabilité de réalisation).

Les fonctions de niveaux correspondantes pourraient être écrites, par exemple :

(1) NIV1.K = NIV1.J + (DT)(F1.JK + F2.JK - F3 JK)

(2) NIV2.K = NIV2.J + (DT)((F1.JK,EXOR,F2.JK)
- F3.JK,P3,F4.JK,P4,F5.JK,P5))

Il y a là certainement matière à des recherches ultérieures d'un grand intérêt : la réalisation de modèles de simulation à la fois performants (car pour être utilisables, ils doivent permettre des expérimentations peu coûteuses) et réalistes (car leur signification économique peut seule en faire des instruments de gestion ou de recherche) est en grande partie subordonnée à la mise au point de compilateurs perfectionnés, permettant à l'économiste ou au gestionnaire d'utiliser l'ordinateur sans en subir les contraintes de langage.

-o-